O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI

OLIY VA O'RTA MAHSUS TA'LIM VAZIRLIGI

O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

FIZIKA FAKULTETI

“Umumiy fizika” kafedrasi

“FIZIKA TARIXI” FANIDAN MA’RUZALAR MATNI

Toshkent - 2018

Tuzuvchilar: O'zMU professori M.Qurbonov
O'zMU dosenti D.A.Begmatova

Taqrizchi: O'zMU dosenti Karaboeva M.

Ma’ruzalar matni O'zMU Fizika fakulteti Uslubiy Kengashining 2018 yil _____dagi ___-sonli qarori bilan nashrga tavsiya qilingan.

SO'Z BOSHI

Fizika tarixi fizika fanining paydo bo'lishi va shakillanishi jarayoni, uning uslublari va g′oyalarining rivojlanishi yo'llari hamda amalga oshiruvchi olimlarning ilmiy ijodlarini o'rganish bilan shug'llanadi. Shuningdek, O'zbekistonda fizik tadqiqotlar, fizika ta'limining shakllanishi va rivojlanish tarixi kabi masalalar qaraladi.

Tavsiya etilayotgan o'quv uslubiy majmuada fizika fani yutuqlaridan, Respublikamizning ushbu sohada ishlayotgan taniqli olimlar, akademiklar tajribalaridan, ajdodlarimizning qimmatli merosidan, va ilmiy hodimlarining ilmiy tadqiqot ishlari natijalaridan keng foydalanish nazarda tutiladi.

Fizika tarixini o'qitishdan maqsad-fizika fanining shakllanishi va rivojlanishini o'rganish. Fanning vazifalari-fanga tegishli tarixiy aniq ma'lumotlarni topish va oydinlashtirish; tarixiy ishonchli materiallarni tahlil qilish, fizikaviy qonunlarni o'zaro bog'liqligini ochish hamda fizika fanini rivojlanishini boshqaruvchi qonunlarni aniqlashdan iborat.

Fizika tarixi bu umumiy fizikaviy bilimlarning ajralmas bir qismi ekanligi, bu fanning qonun qoidalarini ochilishi, ularni ochishda olimlarni o'rni, bu fan rivojlanishining jamiyat taraqqiyotida qanaqangi o'rin tutishi va qanday metodlar bilan o'rganilishi, fizika taraqqiyotida O'rta Osiyo, shu jumladan o'zbek olimlarining tutgan o'rni haqida bilimga ega bo'lishi kerak.

Tarixiy manbalar asosida fizikaviy qonunlarning bir-biriga bogliqligini ko'rsatib berish, fanning rivojlanishida antik davr allomalari, O'rta Osiyolik alloma ajdodlarimizning hamda hozirgi zamon olimlarining tutgan o'rnini o'quvchilarga etkazish hamda fizika tarixi fani uzluksizligini e'tiborga olib, har bir davr fizika fanining rivojlanishida o'z o'rnini qoldirganligini ochib berish ko'nikmasiga ega bo'lishi kerak.

O'QUV MATERIALLARI

Ma'ruza mashg'uloti materiallari

I QISM. FIZIKA FANINING PAYDO BO`LISHI

Kirish

Fanlarning tarixini o'rganish fan rivojlanish taraqqiyotining ya'ni, yangi ilmiy mulohazalar yaratishning asosi bo'lib hizmat qiladi. Fizika tarixi minglab yillik tarixga ega bo'lgan tabiiy fanlardan biri hisoblanadi. Fizikaga oid qonunlarning yaratilish tarixi, ularning hozirgi zamon texnika va texnologiyasidagi tutgan o'rni, fizik asboblar va qurilmalarning yaratilishi tarixi, fizika fanining jamiyat taraqqiyotida tutgan o'rni, kelajakda qator fanlarning rivojlanishida muhim bosqich bo'lib hizmat qiladi.

Prezidentimiz I.Karimovning yuqori minbarida turib «Tarixini bilmagan halqning kelajagi yo'q» degan so'zlari, bu nafaqat, tom ma'nodagi biz tushunadigan halq tarixi to'g'risida aytilgan. Bu so'zlar bir xil ma'noda istalgan fan sohasi- hoh ijtimoiy, hoh siyosiy, hoh tabiiy yoki texnikaviy soha bo'lsin barchasiga tegishlidir. Umuman olganda har qanday soha bilimdoni-tadqiqotchisi o'zidan avval qanday yutuqlarga erishilgani haqidagi ma'lumotlarga ega bo'lishi, o'zidan avvalgi avlodlarning erishgan natijalariga tanqidiy nuqtai nazaridan baho berish va keyingi bosqich faoliyatini belgilab olishi lozim. Bu ishlar jamiyat rivoji, fan texnika rivoji uchun muhum ahamiyatga.

Insoniyat o'zi yashayotgan olam to'g'risidagi bilimlarni to'satdan va tayyor tugallangan holda ololmaydi. Masalan, hozirda har bir o`quvchiga ma`lum va "Nyuton qonunlari" nomini olgan harakat qonunlari haqidagi bilimlar juda uzoq, ming yillarni o`z ichiga qamrab olgan yo`lni talab etgan. Yana ikki yarim asrdan ortiq vaqt Nyutonning qonunlari yetarlicha mukammal emasligi va ular juda katta tezliklar bilan harakatlanayotgan jismlar va o`ta kichik jismlar (zarralar) uchun qayta aniqlik kiritish lozimligini tushunib yetishga ketdi. Insoniyat bilmaslikdan bilishga bo'lgan uzoq va mashaqqatli masofani bosib o'tdi. Bunda u unchalik aniq va to'liq bo'lmagan bilimlarni aniq va to'liq tushunchalar bilan almashtirib bordi. Qisqa qilib aytadigan bo`lsak, bilim tarixiydir, fan o`z tarixiga ega bo`ladi. Shuning uchun ham, fan tarixi paydo bo`lgan zamondanok bu tarixni o`rganish ehtiyoji tug`ildi.

Umuman olganda, har bir tadqiqotchi u o`rganayotgan masalada undan oldin nima ishlar qilinganligi haqida xabardor bo`lishi, ungacha bo`lgan ajdodlar qo`lga kiritgan natijalarga tanqidiy nazar bilan qaramog`i lozim. Boshqacharoq aytadigan bo`lsak, u yoki bu darajada tarixchining ishini bajarmog`i kerak. Bo`sh joyda bajariladigan ishlarning o`zi bo`lmaydi, har bir yangi avlod ishini undan oldingilari to`htagan joyidan davom ettirib ketadi va bajargan qismini keyingi avlodga topshirib ketadi. Yevklid va Arximedning ishlarisiz Nyutonning ishlarini tushuntirib bo`lmasdi, o`z navbatida Nyutonning ishlarisiz esa, Eynshteyn va Borlarning ishlari yuzaga ham chiqmas edi. Shuningder, Horazmiy va Forobiysiz

Beruniy yoki Ibn Sino, Umar Hayyom va Umar Chag'moniysiz Ulug'bek, bularsiz Qozizoda Rumiy (zamonasining Aflotuni) yoki Ali Qushchi (15 asrning Ptolomeyi) bo'lmas edi. Ya'ni, har bir avlod o'zidan avval o'tganlar merosini o'rganib, ular qoldirgan ishlar zaminida fan va texnikaning kelgusi rivojini amalga oshiradi. Bilishlik rivojlanishining jarayonini o`rganish maxsus fan - fan tarixi vazifasini tashkil etadi. Fizika tarixi fizika fanining rivojlanishini o`rganuvchi fandir.

Ixtiyoriy fanning asosiy vazifasi shu fan shug`ullanadigan sohadagi amal qilinayotgan qonunlarni ochishdir. Shunday qilib, fan tarixining asosiy vazifasi shu fanning rivojlanish jarayonlarini boshqaradigan qonunlarini topishdan iboratdir. Birinchi qarashda bunday qonuniyatlar yo`qdek tuyuladi. Arximed, Nyuton Lobachevskiylar ishlarining paydo bo`lishini oldindan bashorat etib bo`lmasdi, olimning fikrlashi, ongi va ijodini boshqarib bo`lmaydi. Tashqaridan nazar tashlaganda fan tarixi ayrim daholarning boshqaruvsiz va nazoratsiz faoliyatidek tuyuladi, ularning hulq-atvorini tortishish maydonida harakatlanayotgan tosh hulq-atvoriga o`xshatib bo`lmaydi. Shubhasizki, fan insonlarning faolligi natijasidir, natijasi bo`lganda ham eng murakkab va eng nozik faollikning, ya`ni, bilishlik, ijodiy faollikning mevasidir. Biroq, fanning rivoji katta ahamiyatga ega ma`lum tarixiy sharoitlarda kechadi, bu sharoitlarni esa ilmiy tahlil qilish imkoni bor.

Tarixiy materializm ilk bor insoniyatning tarixiy rivojlanishini ilmiy o`rganishga imkon yaratdi, insonlar faolligining real asosini, shu jumladan ularning ma`naviy faolligi asosini ochib berdi. Bunday real asos har bir inson va butun jamiyat yashashi uchun zarur bo`lgan moddiy farovonlikni ishlab chiqarish usullari deb qabul qilindi. Aynan ishlab chiqaruvchi mehnat faolligi jarayoni insonni hayvonlar podasidan ajratib olishda muhim rol o`ynadi, uning bilishlik va yashash ijtimoiy sharoiti rivojlanishini ta`minladi.

Shunday qilib, fanning paydo bo`lishlikning o`zi faqatgina iqtisodiy rivojlanishning ma`lum pog`onasida, dehkonchilik rivojlangan mamlakatlarda, shahar madaniyatida mumkin bo`ladi, keyinchalik esa fan rivojlanishi iqtisodiyot rivojlanishiga moslashib ketaveradi.

Fan rivojidagi jamoat ishlab chiqarishning ahamiyati ayniqsa zamonaviy tarixiy bosqichda bilinadi. Zamonaviy fan o`zining rivojlanishi uchun juda ulkan mablag`lar sarflanishini talab etadi. Atom fizika va yadroviy energetikaning rivojlanishi izotoplarni ajrata oluvchi maxsus korxonalarni yaratishni, reaktor va tezlatgichlarni qurishni, qimmatbaho asboblar yaratilishini talab etdi. Zamonaviy kosmik fan ham juda ulkan mablag`larni talab etadi. Iqtisodiy nuqtai nazaridan qudratli mamlakatlargina kosmik kemalar va baquvvat kosmik raketalarni yaratishga qodir bo`lib qoldilar. Birinchi yadroviy reaktorlar ham ana shu mamlakatlarda yaratildi. Zamonaviy fan shuningdek, juda katta miqdorda yuqori malakali mutaxassislarni, ya`ni, qudratli rivojlangan xalq ta`lim tizimini talab etadi. Yaqqol ravshanki, zamonaviy fanning rivojlanishi uchun o`ta kuchli iqtisodiyotgina bu sharoitlarni ta`minlab bera oladi. Bu muhim fakt fanning paydo bo`lishi va rivojlanishi uchun ishlab chiqarishga bog`liqligi ta`kidi naqadar chuqur ma`noga ega ekanligini ko`rsatadi.

Shu bilan birga bu ta`kidni jo`ngina qabul qilish yaramaydi va har bir ilmiy kashfiyot uchun iqtisodiy sababni axtarib bo`lmaydi.

Fan rivojlanish qonunlari anchagina murakkabroqdir. Iqtisodiy sharoitlar, jamoat ishlab chiqarish usullari butun jamiyat hayoti uchun, shu jumladan fan uchun ham zarur asosiy sharoitlarni hosil qiladilar. Biroq, bu sharoitlar mavjudligida boshqa faktorlar muhim rol o`ynaydi. Masalan, har bir tadqiqot uchun ichki faktorlar muhimdir, ya`ni, ilmiy bilimlarning holati, muammoning dolzarbligi, shaxsiy qiziqish va qobiliyati va x.k. Fan nafaqat mustaqillikga, albatta, iqtisodiy sharoitlarga qarab ma`lum chegarada, erishibgina qolmay, o`z navbatida o`zi ham jamoat ishlab chiqarishga ta`sir etaoladi, o`zi ham ishlab chiqarish kuchiga aylanib, ishlab chiqarishni rag`batlantiradi va tezlashtiradi. Ta`kidlab o`tish lozimki, fanning ishlab chiqarish bilan bog`lanishi ham tarixiydir va ishlab chiqarish hamda fanning rivoji bilan o`sib boraveradi.

Aytilganlardan, fan, xususan, fizikaning rivojlanish qonuniyatlarini o`rganish masalasi aniq ma`noga va katta ilmiy axamiyatga ega. Fanning o`zi jamoat rivojlanish faktori bo`lgan zamonaviy bosqichda bu masala ayniqsa dolzarbdir. Fan rivojlanishiga katta mablag`larni tikish zarurati bu rivojlanishning eng samarali yo`llarini oldindan ko`ra bilishlikni, uni ma`lum bir rejaga bo`ysundirishni talab etadi. Bu kutilmaganda ilmiy kashfiyotlar paydo bo`lishini inkor etmaydi, bular fan tarixida juda ko`p bo`lgan, biroq, fanni rejalashtirish jamiyat zaruratiga aylanib qoldi. Shuning uchun ham fanni rivojlanish qonunlarini o`rganish yangi fanni, ya`ni, fanshunoslik fanini keltirib chiqargan dolzarb masalaga aylandi. Fan tarixi - fan asoslari haqidagi fandir.

Fan tarixi bilishlik nazariyasida ham muhim rol o`ynaydi. Bilishlik nazariyasida fanning boshqa sohalaridagi kabi dialektik fikr yuritish lozimdir, ya`ni, bizning bilimlarimizni tayyor va o`zgarmas deb faraz qilish emas, balki bilimsizlikdan qanday qilib bilim paydo bo`lishini, to`liqsiz bilim qanday qilib to`liqroq va aniqroq bo`lishini tahlil qilish kerak. Shunday qilib, fanning tarixini, ilmiy tushunchalarning rivojlanishini o`rganmoq bilishlik nazariyasini, binobarin, fanning o`zini boyitib boradi. Fan tarixining asosiy ilmiy axamiyati ham ana shundadir.

Fan tarixi shuningdek, muhim uslubiy va tarbiyaviy axamiyatga egadir. Ayrim holda bilimlarni tarixiy ma`lumotlar orqali berish eng yaxshi samarali yo`li bo`lib qolishi mumkin. Shuning uchun ham, masalan, fizika o`qituvchisiga fizika fanining tarixini bilish zarurdir, u o`qituvchini ilmiy va uslubiy tomondan qurollantiradi. Fan tarixi fanga bo`lgan muhabbat, mehr va hurmatini tarbiyalaydi, to`g`ri dunyoqarash, ma`naviy insoniy fazilatlarning shakllanishiga yordam beradi. Eng muhimi shundaki, fan tarixini bilmoq o`qitishda dogmatizm va rasmiyatchilik bilan kurashda yordam beradi, o`quvchilarning ilmiy va ma`naviy dunyoqarashini kengaytiradi.

Shunday qilib, fizika fanining tarixini bilish kelajakda fizika fani o`qituvchilarining ilmiy va mutaxassislik jihatidan tayyorgarligining o`sishini ta`minlaydi. Ta`lim uchun fan tarixining axamiyati muhimligi shubhasizdir, va undan yetarli darajada foydalanilmaganidan afsuslanish lozim. Lekin, kelgusida, ta`limdagi fan tarixi mavqei o`sib borishi shubhasiz.

I BOB. QADIMGI DAVR FIZIKASI

Ilmiy bilimlarning tug`ilishi

Inson atrofdagi olam haqida bilimlarni yashash uchun ayovsiz kurashda topib kelgan. Bu kurashda uning uzoq o`tmishdagi ajdodlari hayvon olamidan ajralib chiqdi, uning qo`llari va tafakkuri rivojlandi. Himoyalanish va yegulik topish paytdagi harakatlarda tasodifiy va ixtiyorsiz qo`llanilgan tayoq va toshlardan foydalanadi - avval qo`pol va sodda ishlov berilgan tosh bo`laklarga, so`ng esa, nisbatan takommillashgan tosh qurollarga, o`q-yoylarga, baliq ovlash moslamalarga, ilk bor dasturlash qurilmalarga, ya`ni, ov qopqonlarga o`tadi. U davrdagi insonning eng ulkan yutuqlaridan biri - olovni qo`lga kiritishi va undan foydalanaolishi bo`ldi. O`zining ichiga ko`p ming yillarni qamrab olgan bu evolyutsiyada insonning aql-idroki shakllanib bordi, nutqi rivojlandi, olam haqida bilim va taassurotlari jamlandi, atrofdagi hodisalarni tushuntirib beruvchi birinchi antropomorf izohlashlari paydo bo`ldi.

Tabiat haqidagi bir qadar fantastik taassurotlar bilan birgalikda inson osmon yoritkichlar, o`simliklar va hayvonlar, harakat va kuchlar, meteorologik hodisalar v.b. haqida bilimlarini boyitib bordi. To`plangan bilimi va amaliy ko`nikmalari avloddan avlodga o`tib keldi va kelajakdagi fanning birlamchi fonini tashkil etdi. Jamiyatning va jamoa mehnatning tobora rivojlanishi turg`un barqaror sivilizasiya shakllanishiga omil bo`lib bordi. Bunda o`troq hayotga o`tilishi va dehqonchilik rivojlanishi muhim ahamiyat kasb etdi. Muayyan bir xududda yildan yilga barqaror hosil olish sharoitlari yaxshi bo`lgan yerlarda yashash maskanlari, shaharlar, undan so`ng esa, davlatlar ham barpo etila boshlandi.

Shunday sharoitlar Shimoliy Afrikadagi Nil daryosi vohasida, Tigr va Yevfrat oqib o`tadigan ikki daryo oralig`ida bo`lib, u yerlarda eramizdan avvalgi IV mingyillikda zamonaviy fanning beshigi bo`lmish eng qadimgi quldorlik davlatlari shakllana boshladi. Sug`oriladigan yerga ishlov berish tizimi, metallarni qazib olish va unga ishlov berish, texnikaning rivoji va qurollarni yasash san`ati rivojlangan iqtisodiyotga ega murakkab jamoa organizmning shakllanishiga omil bo`ldi. Jamiyat ehtiyojlari Misrda iyeroglif, Bobilda esa qirra ko`rinishidagi yozuvning paydo bo`lishiga, astronomik va matematik bilimlarning kelib chiqishiga sabab bo`ldi.

Bizning kunlarimizgacha saqlanib qolgan ulkan Misr exromlari eramizdan avvalgi III ming yillikdayoq davlat odamlarning katta massalarni tashkillashtira olishidan, materiallarni, ishchi kuchini va sarflangan mehnatni hisob-kitob qilaolganligidan dalolat beradi. Buning uchun maxsus odamlar, ya`ni, aqliy mehnat ishchilari zarur bo`lgan.

Nil daryosining toshish vaqti boshlanishini avvaldan bilish uchun aniqroq astronomik kuzatuvlar olib borilishini taqozo etardi. Misrliklar yili 30 kunlik o`n ikki oy hamda qo`shimcha besh kundan iborat taqvimni ishlab chiqqanlar. Bunda oy uchta o`n kunlikga, sutka esa 24 soatga taqsimlangan.

Bobilda matematika va astronomiya ancha yuqori darajaga ko`tarilgan. Bobilliklar Pifagor teoremasini bilganlar, kvadrat va kvadrat ildizlarni, kub va kub

ildizlarni hisoblay olganlar, chiziqiy va kvadrat tenglamalarni yecha bilganlar. Ekliptikani Burjning 12 yulduz turkumlariga taqsimlanishi ham ularga mansubdir.

Ta`kidlab o`tish joizki, misrlik va bobilliklarda matematika amaliy xarakterga ega bo`lib, xo`jalik va qurilish amaliyotining ehtiyojlaridan kelib chiqqan. Astronomiya tabiatshunoslik fani rivojlanishining ilk tabiiy fanlaridan birinchisi bo`lgan. Astronomiya rivojlanishi uchun matematika talab etilgan bo`lsa, qurilish amaliyoti mexanika rivojlanishiga omil bo`lgan.

So`zsizki, qadimgi davlatlarda sag`ana, kal`a, exrom, yodgorliklar kabi ulkan inshootlarning qurilishi uchun juda bo`lmaganda qurilishda qo`llaniladigan mexanika va statikadan empirik bilimlarga ega bo`lish taqozo etilgan. qurilish ishlarida sodda qurilmalar, ya`ni, richag, sirpantirgich, qiya tekisliklar kabi moslamalardan foydalanilgan. Shunday qilib, amaliy ehtiyojlar birlamchi ilmiy bilimlar, ya`ni, arifmetika, geometriya, algebra, astronomiya, mexanika va boshqa tabiiy fanlarning asoslarini yuzaga keltirgan. Aytib o`tish joizki, bilim to`plashda ilm va madaniyatning asosi bo`lmish yozuvning paydo bo`lish ahamiyati ayniqsa beqiyosdir.

Antik fanning boshlang`ich bosqichi

Qadimgi Sharqning fan oldida ulkan xizmatlarini hisobga olganimizda ham, zamonaviy fanning haqiqiy vatani deb qadimgi Yunoniston tan olinadi. Aynan shu yerda olam haqida faqatgina tayyor aqidalar jamlanmasidan xoli bo`lgan ilmiy tasavvur va tushunchalarni ishlab chiquvchi nazariy fan paydo bo`ldi, aynan shu yerda ilmiy uslub rivojlandi. Zamonaviy fan buni hamisha yodda tutadi. Bu haqda fanlarning nomlari: matematika, mexanika, fizika, biologiya, geografiya va hokazo, yunon tildan olingan ilmiy termin va atamalar (massa, atom, elektron, izotop va hokazo), formulalardagi yunon alifbosidagi belgilar, va nihoyat, ilmiy adabiyotda saqlanib qolgan yunon olimlarning nomlari: Fales, Pifagor, Demokrit, Aristotel, Arximed, Yevklid, Ptolemey va boshqalar shundan dalolat beradi.

Yuqorida aytib o`tganimizdek, bobil va misrliklarning ilmi amaliyot ehtiyojlaridan kelib chiqqan. Ularning nazariy fikr yuritaolishi esa, sodda va jo`n afsonaviy tushunchalar doirasidan chiqib ketaolmagan; sirli bo`lib tuyulgan narsalarni tushuntirish esa, faqatgina kohinlargagina ruxsat etilgan. qadimgi yunonlar bundan ustun keldilar va tabiatni tushunish masalasini sirli ilohiy kuchlarni yodga olmasdan hal qilishga intilganlar.

Qadimgi Yunonistonda inson tafakkuri ilk bor o`zining kuchiga ishonch hosil qildi va kishilar ilm bilan faqatgina zaruratdan emas, balki qiziqqanlari uchun ham shug`ullana boshladilar, Aristotel ta`biricha, "bilishlik baxtiga" miyassar bo`ldilar. Birinchi olimlar faylasuflar, ya`ni, "donishmandlik ishqibozlari" deb ataldilar; yunon jamiyatida donishmandlik o`rgatuvchilariga ehtiyoj sezila boshlandi, natijada olim va o`qituvchi kasblari paydo bo`ldi.

Dunyoda birinchi ilmiy-o`quv muassasalardan Platon Akademiyasi va Aristotel litseyi zamonaviy oliy maktabning ajdodi deb hisoblanadi. Sekin astalik bilan qadimgi Yunonistonda nisbatan tor yo`nalishli mutaxassislar, ya`ni, muhandis, shifokor, astronom, matematik, geograf, tarixchi kabilar paydo bo`ldilar, shuningdek, Iskandariya (Aleksandriya) muzeyi kabi ilmiy maskanlar

paydo bo`la boshlaydi, ular zamonaviy ilmiy-tadqiqot institutlariga asos bo`ldilar. Shu bilan birga bu yerlarda ilmiy bayon, ma`ruza, munozara va olimlarning o`zaro yozishmalari ko`rinishidagi ilmiy axborot ham paydo bo`la boshladi.

Shunday qilib, qadimgi Yunonistonda tizimli ilmiy izlanishlar, ilmiy o`qitish tarkib topdi, mutaxassis-olimlar va ilmiy axborot paydo bo`ldi.

Qadimgi Yunoniston fan tarixi vatanidir ham. Yunon fanning paydo bo`lishi odatda Kichik Osiyoda shaharlarning gullab-yashnashi davriga, ya`ni, eramizdan avvalgi VII - VI asrlarga to`g`ri keladi.

Yunon fani intensiv siyosiy va iqtisodiy hayot sharoitida, demos (xalq)ning aristokratik nasllar hukmronligiga qarshi keskin chiqishlari davrida bunyodga keldi, u Sharq mamlakatlari bilan savdo-sotiq yo`llari kesishgan joylarda paydo bo`ldi. O`zgarib turuvchi ijtimoyi sharoit, tezda almashib turuvchi jamiyatdagi vaziyatlar atrof olam o`zgaruvchanligi haqida tasavvurlarni uyg`otar edi.

Yunon fanining asoschisi Fales (Fales Miletskiy, e.a. 624 - 547 yy.) va ioniyalik ta`limotining boshqa namoyondalari Anaksimandr (e.a. 610 - 546 yy.) va Anaksimen (e.a. 585 - 525 yy.) barcha narsalarning material birlamchi asosi va ularning shu asosdan rivojlanishi g`oyasini ilgari surdilar. Masalan, Fales shunday asos deb suvni, Anaksimandr qandaydir cheksiz va mavxum "apeyron"ni, Anaksimen esa, havoni qabul qilganlar. Bunday dunyo qarashlarni rivojlantirgan Geraklit abadiy alangalanib va o`chib turadigan olovli olam haqidagi tasavvurlarni yaratadi.

Shunday qilib, olamning ilohiy kuch tomonidan hech narsadan yaratilishi haqidagi diniy tushunchalardan farqli o`laroq, yunon donishmandlar birinchilar qatori abadiylik va olamni yaratib bo`lmaslik g`oyasini, dialektik rivojlanish g`oyasini ilgari surdilar.

Ioniyaliklarning materialistik tasavvurlari bilan deyarli bir vaqtda falsafada Pifagor (e.a. 580 - 500 yy.) va uning shogirdlari tomonidan rivojlantirilgan idealistik yo`nalish ham paydo bo`ldi. Bu yo`nalish Filolay (e.a V asr oxiri - IV asr boshi), mashhur faylasuf Suqrot va e.a. IV asr oxiri va III asr birinchi choragida yashagan astronom Samosalik Aristarx nomlari bilan bog`liq.

Pifagoriyalik ta`limotining ta`siri juda kuchli bo`lgan va xatto Galiley davrida Yer harakati haqidagi ta`limot ham "pifagoriyalik ta`limoti" deb atalgan. Pifagoriyaliklarning falsafasi va mafkurasi reaksion, idealistik ruhda sug`orilgan edi. Bu falsafaning asosiy joyi - go`yo olamni boshqaradigan sonlarning ilohiy ahamiyatga moliq ta`limotdir. Pifagoriylar sonlarda sirli va sehrli xususiyatlar mujassam deb bilishar, ayrim sonlarni esa mukammal belgilar deb uqtirishardi.

Sonlarning sehri juda yashovchan bo`lib chiqdi. U turli diniy dunyoqarashlarda, jodu, astrologiya, idealistik tizimlarda gavdalanadi. Shu bilan birga tabiatdagi sonli munosabatlar muhimligi haqidagi pifagoriylarning g`oyasida mantiq bo`lagi bordek, xozirda miqdoriy tahlil, matematik nisbatlar tabiatni ifodalashning ilmiy asosini tashkil etadi.

Pifagoriylar pirotsentrik tizim deb atalmish olam tuzilishi tizimini ishlab chiqdilar, unga binoan Yer, quyosh, Oy va sayyoralar markaziy olov atrofida harakatlanadilar. O`nni muqaddas son deb bilgan pifagoriylar markaziy olov atrofida aylanadigan o`nta harakatchan sferalarni kiritadilar. Qadimgilar Yerdan

tashqari faqat beshta sayyora bilganlari uchun pifagoriylarga muqaddas o`n sonni keltirib chiqarishda qo`shimcha osmon jismni, ya`ni, "Erga qarama-qarshi" jismni kiritishga to`g`ri kelgan (noto`g`ri, dogmatik fikr aldamchi gipotezalarga olib kelgan).

Ta`kidlab o`tish joizki, qadimgi Yunoniston fani avvaldan qadimgi Sharq mamlakatlarida topilgan bilimlarga tayangan. Lekin boshdanoq bu fanning yangi qirralari ham namoyon bo`ldi. qadimgi yunon donishmand muammoni muhokama qilishga harakat qilgan, mantiqan u yoki bu holatni asoslashga uringan. Bu narsa ayniqsa keyingi avlod olimlarda, masalan, falsafa tarixidan ma`lum eleatlar, atomistlar va Aristotelda yaqqol ko`zga tashlanadi.

Shunday qilib, fan paydo bo`lishining birinchi bosqichidayoq olam yaratilishi va tuzilishi, harakatlanishi sabablari, tabiatdagi miqdoriy nisbatlari va hokazo haqida chuqur masalalar qo`yilgan. Bu savollarga javob axtarish asnosida ioniyaliklar, pifagoriylar va eleatlar tabiatning nazariy tahliliga, olamning ilmiy tasviriga asos soldilar. Boshlang`ich bu urinishlarda juda ko`p sodda, fantastik, aldamchi fikrlar ko`zga tashlanadi, hali gipotezalar va tasavvurlarni tajribada yoki matematik tahlil bilan tekshirilishi yo`q. Biroq materiyaning abadiyligi, olamning tabiiy sabablarga ko`ra rivojlanishi haqida qat`iy fikr bildirilgan, Koinotning birinchi modellari ishlab chiqilgan. Olamning yaratilishi va tuzilishi haqidagi diniy va afsonaviy tasavvurlar o`rniga fan kirib keldi.

Atomistikaning paydo bo`lishi

Ioniyaliklarning birlamchi materiya (pramateriya) g`oyasi ancha jozibali bo`lib, fizikada u yoki bu ko`rinishda qayta-qayta takrorlanib kelgan. Lekin, har safar buyumlarning xilma-xilligini va olamdagi o`zgarishlarni tushuntirishda qiyinchiliklar tug`ilar edi. Eleatlar olamning birjinsliligi va o`zgarmasligi taxmini bilan bu qiyinchilikni chetlab o`tdilar. Ular shunday yo`l bilan qiyin masalani olib tashladilar va olamning xilma-xilligini va harakatini sezgilarimiz aldamchiligi bilan izohladilar. Biroq, bunday javob kundalik tajribalarga keskin qarama-qarshi kelar va fanda abadiy qolaolmasdi.

Qadimgi yunonlarning sinovchan fikrlari eleatlarning g`oyasi hamda pramateriya haqidagi bunday fikrlaridan voz kechdi va Koinot tuzilishi mumkin bo`lgan elementlar konsepsiyasini ilgari surdi. Ilk bor bu konsepsiya Sitsiliya orolidagi Agragant (Agrigent) shahrida yashovchi Empedokl (e.a. 490 - 430 yy.) tomonidan aytilgan edi. Empedokl asosiy to`rtta material element bor deb ta`kidlab, ularga olov, havo, suv va yerni qo`shadi, bu elementlar abadiy bo`lib, soni va kattaligi bilan o`zaro ulanish yoki ayrilish tufayli o`zgarib boradilar deb taxmin qiladi. Buyumlarning xilma-xilligi shu to`rt elementning turli qiymatlarda ulanishidan, tabiatdagi o`zgarishlar sababchisi esa tortishish va itarilish kuchlarning ta`siridir deb tushuniladi. Bu elementlar abadiy va yemirilmasdir. Elementlarning abadiyligi, binobarin, Koinotning abadiyligi ham, butun olam birlamchi saqlanish qonuniga, ya`ni, "hech narsadan hech narsa paydo bo`lmaydi, va bor narsa yo`q bo`lmaydi" qonuniga amal qilinishidandir. Empedoklning shu tamoyilidan zamonaviy fizikada fundamental ahamiyatga ega saqlanish qonunning tarixi boshlanadi.

Eramizdan avvalgi V asrdan yunon fanining markazi Afinaga ko`chadi. Bu yerda ilk bor donishmandlikni o`rgatuvchi ilmiy maktablar paydo bo`ladi. Afinada san`at, adabiyot yuqori darajaga ko`tariladi. Perikl davrida mashhur Akropol barpo etildi, buyuk xaykaltarosh Fidiy tomonidan xaykallar qad ko`tardi, dramaturg Sofokl yunon teatr sahnasida qo`yilgan fojealarni yozdi, Aristofan komediyalarni bayon etardi. Afinaga yunon fanining namoyondalari kelardilar. Bu yerda matematik Gippokrat, faylasuf va fizik Anaksagor (e.a. 500 - 428 yy.) saboq berishardi.

Anaksagor atomistikaning asoschilari Levkipp va Demokritlarning (e.a. 460 - 370 yy.) zamondoshi edi.

Demokrit

Demokrit frakiyalik Abdera shahardan edi. U fanning turli sohalarida, masalan, matematika, fizika, falsafa va boshqa sohalarida ko`p sonli asarlarni yozgan. Biroq, uning asarlari bizgacha yetib kelmagan, ular haqida biz boshqa mualliflar kitoblaridan, shu kitoblarda berilgan parchalar orqali bilamiz. Shunga qaramay, Demokrit nazariyasining asosiy holatlari fizika va falsafaning ko`pgina zamonaviy kitoblarida deyarli bir xil tarzda bayon etiladi. Mana Demokritning shu tamoyillari:

1. Hech narsadan hech narsa paydo bo`lmaydi. Bor bo`lgan har qanday narsani buzib yo`q qilib bo`lmaydi. Barcha o`zgarishlar qismlarning qo`shilishi yoki yoyilishi tufayli sodir etiladi.
2. Hech narsa tasodifan sodir etilmaydi, lekin barcha narsa biror sababga asosan yoki zaruratdan sodir etiladi.
3. Atom va sof fazodan tashqari hech narsa yo`q, qolgan barcha narsa faqatgina tasavvurdir.
4. Atomlar son jihatidan cheksizdir va shakli bo`yicha ham cheksiz xilma-xildir. Cheksiz fazodan abadiy tushishida kattaroqlari tezroq tushib kichikroqlariga uriladilar; bundan kelib chiqadigan yonlama harakatlar va uyurmalar olam paydo bo`lishining boshlanishiga sabab bo`ladi. Cheksiz ko`p olamlar, ayrimlari yonma-yon, ayrimlari biri ketidan keyingisi, paydo bo`ladilar va yana yo`q bo`lib ketadilar.
5. Buyumlar orasidagi farq ulardagi atomlarning soni, kattaligi, shakli va tartibdagi farqlaridandir; atomlar orasida sifatiy farq yo`q. Atomda hech qanday "ichki holatlar" yo`q; ular faqat bosim va urilish orqaligina o`zaro ta`sirlashadilar.
6. Ong atomlari olov atomlari kabi yupqa, silliq va yumaloq atomlardan iborat. Bu atomlar eng harakatchan bo`lib, ularning harakatlari tanaga kirib turli hayotiy hodisalarni ro`yobga chiqaradi.

Atomlar haqidagi ta`limot asrlar osha rivojlanib o`tdi va zamonaviy tabiatshunoslikning asosi bo`lib qoldi.

Atomistlar ta`limotida ioniyaliklarda mavjud bo`lgan saqlanish tamoyili muhim ahamiyatga egadir. Bu yerdagi yangilik - bo`shliqni taxmin qilishdir. Na ioniyaliklar, na pifagoriylar, na eleatlar ta`limotlarida bo`shliqga o`rin yo`q edi.

Eleatlarning nuqtai nazarida bo`shliq - yo`qlik demakdir, yo`qlik esa o`zi yo`q va u haqda fikrlash ham mumkin emas. Pifagoriylarda olam fazosi "bo`sh va sovuq efir" bilan to`ldirilgan. Efir haqidagi g`oyani Anaksagor ham qabul qilgan. Demokrit tizimida zarralarni harakatga keltiruvchi qandaydir "ong"ga o`rin yo`q, atomlarning harakati abadiydir va maxsus boshlang`ich turtkiga muhtoj emas.

Demokritning o`zi yirik matematik bo`lgan. Uning matematik ishlaridagi fundamental natijalaridan biri piramidaning hajmi prizma hajmining uchdan biriga, konus hajmi esa silindr hajmining uchdan biriga tengligini isbotlashi bo`lgan. Demokritning matematik isbotlarida atomistikaning ahamiyati ulkan bo`lgan. Chiziqning atomlari nuqtalar, sirtning atomlari chiziqlar, hajmlarning atomlari esa, sirtlar deb qabul qilingan.

Aristotel

Peloponess urushi (e.a. 431 - 404 yy.) Afina va uning demokratiyasi yemirilishiga olib keldi. Mafkurada ham chuqur o`zgarishlar sodir etilmoqda edi. Ioniyalik va atomistlarning materialistik tizimini Suqrot (e.a. 469 - 399 yy.) va uning shog`irdi Platonning (e.a. 427 - 347 yy.) idealistik falsafasi siqib chiqardi, tamoyilsiz dialektikaning o`qituvchilari - sofistlar paydo bo`ldilar. Shu bilan birga munozara olib borish san`ati, mantiqan fikrlash qobiliyati ortti, qat`iy matematik isbotlarga qiziqish o`sib bordi. "Platon Akademiyasi" deb nomlangan maktabga asos solgan faylasuf Platon matematikani yuqori baholagan. Rivoyat qilishlaricha, Akademiyaga kiraverishdagi peshtoqida "Matematikani bilmagan hech kim kirmasin" degan yozuv bo`lgan ekan. Platonning ishlarida bir qator fizik g`oyalar ham bo`lgan, biroq fan tarixiga u asosan idealist-faylasuf sifatida kirgan. Jamiyatda tizimli ilmiy bilimga ehtiyoj sezilgan, va Platonning shog`irdi bo`lmish qadimgi Dunyoning mashhur donishmandi Aristotel chekiga o`z davridagi ilmiy bilimlarning tizimli to`plamini tuzishi tushdi.

Aristotel eramizdan avvalgi 384 yilda Makedoniya bilan chegaradosh yunon Stagir shahrida tug`ilib, eramizdan avvalgi 322 yilda vafot etgan.

Aristotelning ilmiy merosi juda ulkandir. U o`z davridagi ilmiy bilimlarning to`liq ensiklopediyasini tashkil etadi. Biroq uning ishlarida matematik va mexanik tadqiqotlarni uchratmaymiz. Uning "Metafizika"sida fan va san`atning paydo bo`lishi haqida fikrlarni, undan oldin o`tganlarning ishini tanqidiy tahlili va sharhini ko`ramiz.

Inson fikri rivojlanishiga biror olim Aristotelchalik uzoq va chuqur ta`sir etmagan bo`lsa kerak. Uning nuqtai nazarlari qator yuz yilliklar davomida haqiqat deb qabul qilinib kelingan. O`rta asrlardagi yevropalik universitetlarida tabiatshunoslik aristotelcha talqin qilingan. Aristotel izdoshlarini peripatetiklar deb nomlashgan.

Yangi tabiatshunoslik Aristotelning ayrim fikrlarini dogmaga aylantirgan, natijada ilmiy rivojining dushmanlariga aylangan peripatetik falsafa namoyandalari bilan kurash olib borishga to`g`ri keldi. Aristotel nazariyasidagi ayrim fikrlarni nasroniy cherkov ilib olib, ularni kanonik dogmalar deb e`lon qilgan edi. Aristotelning o`zi unchalik dogmatik bo`lmasa-da, u ustozi kabi idealist ham bo`lmagan. U material olamni ob`ektiv bilishlikni va uni o`rganish mumkinligini

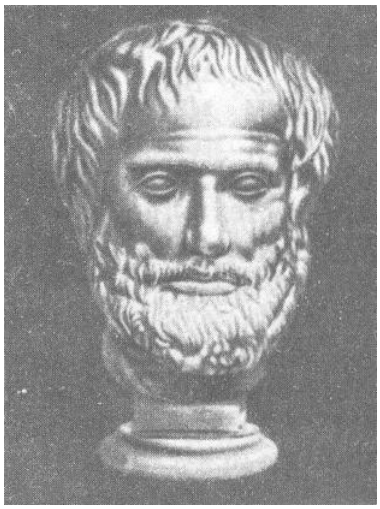
tan olgan. Shu bilan birga u ilohiy kuchlarning borligiga ham ishongan, yerdagi va osmondagi olamlarni taqqoslagan va tabiatning oliy maqsadini axtargan. Shularning barchasi cherkovga Aristotel falsafasidagi chirkin narsalarni tutib, tirik narsalarni, ya`ni, uning qiynalib izlanishlari, stixiyalik dialektikasini va boshqa chuqur fikrlarini unutib yuborishga imkon berdi. Zamonaviy fizika Aristotelda ancha dolzarb bo`lib yangragan fikrlarni topib bormoqda.

Aristotel fizika faniga nom qo`ygan insondir. Tabiatni tadqiq qilishga bag`ishlangan kitobining nomi "Fizika" edi, fizika fanining nomi ham shunday bo`ldi. Aristotel o`z kitobining boshida bu fanning maqsad va muammolarini aniqlab beradi: "Ilmiy bilishlik barcha tadqiqotlarda paydo bo`lgani va ularni o`rganish yo`lida boshlanishga, sabablarga va elementlarga taqsimlangani uchun, ravshanki, tabiat haqidagi fanda ham dastavval boshlanishga tegishlisini ajratib olish lozim".

Bu fikrdan tabiat haqidagi fan tabiatning "birlamchi sabablarini", uning "birinchi asoslarini" va "elementlarini" tadqiq qilishi, o`rganishi kerak degan narsa kelib chiqadi. Zamonaviy til bilan aytiladigan bo`lsa, fizika asosiy qonuniyatlarni (birinchi sabablar), tabiat tamoyillarini (birinchi asoslarini), shuningdek, uning "elementlarini" (elementar zarralarini) o`rganishi zarur. Shunday qilib, fizika tabiatning fundamental qonunlariga va asosiy elementlar (zamonaviy fizikadagi zarralar va maydonlar) haqidagi tasavvurlarga tayangan umumiy nazariyadir.

Zamonaviy nazariyotchi fizikaning muammolariga doir Aristotelning bu nuqtai nazarini ma`qullaydi va butun bor tabiatni qamrab oluvchi yagona nazariyani yaratish ustida ish olib boradi.

Fan tarixi nazarida Aristotelning bu fikri o`ta chuqur ma`noga ega. Inson buyumlarni haqiqatligicha (buyum tabiatan shunday) qabul qilmay, balki avval unda qanday taassurot qoldirganiga qarab (biz uchun ravshan) qabul qiladi. Ilmiy bilishlik yo`li avval buyumlarning haqiqiy tabiatini tushunishdan ancha yiroq bo`lgan oddiy xissiy kuzatishdan boshlanib, shu tabiatni oddiy nazarda "mantiqqa zid" bo`lgan haqiqiy tabiatini o`rganish tomon yo`nalgan bo`ladi. Masalan, Yer bizga yassi va harakatsiz bo`lib tuyuladi.



Aristotel

Yerning sharsimonligi kashf etilishi bilishlikning "tabiatan shunday" va "bizga unchalik ravshan emas" tomon katta qadam edi. Koperning kashfiyoti bu yo`nalishdagi keyingi qadam bo`ldi.

Fan tarixi tabiatni bilishlik yo`li haqidagi "bizga nisbatan ma`lum va ravshan bo`lgan tomondan buyumlarning tabiati nuqtai nazaridan ma`lum va ravshan tomonga" degan Aristotelning fikri to`g`riligini tasdiqlaydi.

Aristotelning bilishlik usulida to`htalib o`taylik. Zamonaviy fizika darsligidan farqli biz Aristotelning "Fizika" kitobida matematik formulalarni ham, tajriba va foydalanilgan asboblarning tasnifini ham topolmaymiz. Aristotel u yoki bu xulosalarga mulohazalar, u yoki bu taxminlardan chiquvchi natijalardagi mantiqiy qarama-

qarshiliklar orqali keladi. Bu usul, ya`ni, dialektika va mantiqning usuli qadimgi donishmandlarning orasida keng tarqalgan yo`l edi. Suqrot u yoki bu taxminlarni ilgari surib, ularga savol qo`yar, javoblarini topar, javoblarni taqqoslab ulardagi birinchi ko`rinishda ravshan bo`lib tuyulgan narsaning mantiqiy zidligini ko`rsatar edi. Shu yo`l bilan u ularning noto`g`riligini isbotlab berardi. Munozara, bahs Suqrot va uning shog`irdi Platonning asosiy usuli bo`lgan va ularning asarlari to`g`ridan-to`g`ri bahs shaklida yozilgan edi. Aristotelning "Fizika", "Metafizika" va boshqa asarlari rasman munozara deb hisoblanmasada, ularda bilishlikning shunday izlari mavjud, shubhasizki, Aristotelning g`oyalari shunga o`xshash bahs va suhbatlarda pishib yetilgan.

Ilmiy yoki siyosiy bahslashuvlarning katta tajribasi qadimgi yunon shaharning ma`naviy va jamoa hayotida oddiy manzarasini tashkil etar edi va bu narsa Aristotelning ilmiy umumlashuvlariga asosiy material bo`lib qoldi. Shuning uchunmi, tajriba yoki matematik tahlil yo`lini Aristotel ishlatmagan edi. quldorlik davrida tajribachining "temirchi" san`atidan foydalanilmagan va hurmat qilinmagan. quldor fikrning nozik o`yinini yoqtirar, biroq qo`llarning nozik ishlariga befarq bo`lardi, shunga qaramay, rassom va arxitektorlarning yutuqlaridan zavq olishga halaqit bermasdi.

Shuni ta`kidlab o`tish joizki, Aristotel "tabiatan" yaratilgan buyumlarni "sun`iy yaratilgan"lardan farqlagan. Aristotel fikriga ko`ra, tajriba tabiat hayotini buzadi va uni bilishligida noto`g`ri natijalarni beradi. Shu sabablardan ham tabiatni tadqiq qilishda matematikadan foydalanib bo`lmaydi deb hisoblardi. qadimgi Yunonistondagi matematikada o`zgarmas kattalik va nisbatlar bilan ish olib borilardi, tabiat esa qandaydir harakatlanuvchan, doimo o`zgarib turuvchi bo`lib tuyulardi. Matematika abstrakt, nomaterial tushunchalar bilan ish ko`rar, tabiat esa haqiqiy, materiallidir. Aristotel aytishicha: "Aniqlik, aynan matematik aniqlik har doim emas, balki faqat nomaterial buyumlarga nisbatan talab etilishi mumkin. Shunday qilib, bu usul tabiat haqidagi fanga ma`qul kelmaydi, chunki tabiat har doim materiya bilan bog`liqdir".

Ravshanki, bunday uslubiy yondoshishda Aristotelning "Fizika"si ko`proq tabiatshunoslik bo`yicha qo`llanmaga emas, balki falsafiy risolaga yaqindir. Unda Aristotel tabiat haqidagi fanning umumiy tushunchalarini, ya`ni, materiya tushunchasini va harakatni, fazo va vaqtni, ta`sir etuvchi sababiylikni, bo`shliq mavjudligi, chekli va cheksizlik, birlamchi sifatlar masalalarini muhokama qiladi.

Aristotel materiyaning ob`ektiv mavjudligini tan olgan, biroq u o`ziga xos "oquvchi" tushunchaga ega. Aristotelning materiya haqidagi tasavvurining muhim momenti shundan iboratki, materiya o`zicha faqat real buyumning paydo bo`lishi uchungina, tabiatning qandaydir passiv asosi sifatida xizmat qiladi. Buyum reallikga aylanishi uchun u shaklga kirishi darkor, unda shakl ehtimollikni haqiqatga aylantiradi. Har qanday buyum materiya va shakl uyg`unligidan iborat, tabiatda har doim materiyaning shaklga, shaklning materiyaga ko`chishi sodir etiladi. Bundan Aristotelning - 1) material; 2) formal; 3) hosil qiluvchi; 4) natijaviy - to`rtta ta`sir etuvchi sababiylik haqidagi ta`limoti kelib chiqadi. Faol hosil qiluvchi sabab harakat bo`lsa, natijaviy sabab - maqsaddir.

To`rtta sababiylik haqidagi ta`limot sxolastikaning asosiy negizini tashkil etdi va o`rta asrlarda keng tarqaldi. Lekin fanning rivoji Aristotelning materiya imkoni va maqsadi haqidagi g`oyalariga boshqacha yondashishga majbur etdi. Kutilmaganda materiya imkon sifatida virtual zarralar va maydonlarga doir tasavvurlarda zamonaviy nazariy fizikada namyon bo`ldi. Maqsad konsepsiyasiga, ya`ni, material jarayonlarni dasturlashga kelsak, Aristotelning tasavvuri zamonaviy biologiyadan joy oldi. Zamonaviy tasavvurlarga ko`ra, DNK molekulasida biologik ob`ektning kelajakdagi rivojlanishi "dasturlab" qo`yilgan.

Harakatni Aristotel umumiy o`zgarish, ehtimolning haqiqatga faol aylanishi deb tushunadi. Mexanik harakat - joy o`zgarishi bilan bog`liq bo`lgan harakatlardan bir turi, xolos. Aristotelga binoan, "joy" tushunchasi material jism bilan uzviy bog`langan va bir jismning ikkinchi jismga nisbatidan kelib chiqadi. Aristotel tushunchasidagi joy hajmli jismning chegarasidan o`zga narsa emas.

Aristotel vaqtni harakat bilan bog`laydi, u o`ziga xos harakat o`lchovi, "harakat soni" sifatida xizmat qiladi. Eng sodda harakat deb u tekis aylanma harakatni biladi, "chunki uning soni eng ma`lumdir". "Shuning uchun ham vaqt sferaning harakatiga o`xshash, bu harakat bilan barcha boshqa harakatlar, chunonchi, vaqt ham u bilan o`lchanadi". Ana shu yo`sinda astronomik tajriba aristotelcha vaqt konsepsiyasida namoyon bo`ldi.

O`zining "Fizika"sida Aristotel o`zidan avvalgilarni, ya`ni, ioniyaliklar, eleatlar, Anaksagor, Levkipp va Demokritlarning olam birlamchi materiyasiga dunyoqarashlarini batafsil tahlil qiladi. U bo`shliqni va ko`psonli olamlarni tan oluvchi atomistlarning dunyoqarashlarini tanqid qiladi, chunki uning fikricha bu nuqtai nazar mantiqiy qarama-qarshiliklarga olib kelishi mumkin ekan.

Aristotel fikricha, bo`shliq tushunchasi ham haqiqat bilan ziddir. Muhit harakatga qarshilik ko`rsatishini to`g`ri payqagan Aristotel cheksiz siyraklashtirilgan bo`sh fazo abadiy harakatga olib kelishi mumkin degan xulosaga keladi. Uning fikricha, bu mumkin emas. qarshilik yo`q bo`lsa jism tezligi cheksiz bo`lardi, u ham bo`lishi mumkin emas. qizig`i shundaki, bo`shliqqa qarshi yana bir argumenti - bo`shliqda barcha jismlarning tushish tezligi bir xilda bo`lishligi, shuningdek, cheksiz inersial harakat to`g`risidagi Aristotelning to`g`ri xulosalaridir. Real sharoitda harakat chekli va jismlar turli tezliklar bilan tushadilar. Eynshteyn cheksiz katta tezlik mumkin emasligi haqidagi aristotelcha tamoyilni bo`shliq mavjudligi bilan birga o`rinlatdi, bunda u mumkin bo`lgan maksimal tezlik sifatida vakuumdagi yorug`likning tezligini qabul qildi.

Aristotelning olam haqidagi fizik tasavvurida to`g`ri va qiziq g`oyalar bilan birga noto`g`ri va reaksion fikrlar ham uchraydi. Shunday ta`kidlardan biriga Aristotelning mutloq qo`zg`almas olam markazi (Er) mavjudligi, Yer va osmondagi narsalarning qarama-qarshiligi haqidagi fikrlarni ko`rsatish mumkin. Barcha shunday ta`kidlar cherkov tomonidan qonunlashtirilgan bo`lib, o`rta asrlarda ularga mutloq dogma sifatida qaralar edi. Yerdagi real jism abadiy, bo`linmas osmon olamiga mansub bo`laolmasdi.

Yerdagi olam o`zgaruvchan va bir-biriga almashinuvchi elementlaridan tuzilgan, unda har doim uzluksiz ravishda o`zgarish, yemirilish va yo`q bo`lish hodisalari sodir etiladi. To`rtta asosiy qarama-qarshiliklar, ya`ni, quruqlik va

namlik, iliqlik va sovuq, o`zining munosabatlari orqali olamning to`rtta asosiy elementlarini, ya`ni, sovuq va quruq Yerni, sovuq va nam suvni, iliq va nam havoni, iliq va quruq olovni beradi. Aristotelning bu to`rtta elementi Empedoklning aynan shunday elementlaridan birlamchi sifatlari o`zgarishi orqali bir-biriga o`taolishi bilan farqlanadi. Aristotelning bu ta`limoti alkimyoning nazariy asosi bo`lib qoldi.

Yerdagi olamda, shuningdek, og`irlik va yengillik asoslari ham ta`sirlanadilar. Barcha jismlar shu sifatlari tufayli yoki olam markaziga, yoki markazdan yuqoriga intiladilar. Aristotel fikricha, vertikal tushish yoki yuqoriga intilish og`irlik yoki yengillik sifatlariga binoan xos va tabiiy harakatdir. qolgan barcha harakatlar majburiydir va tashqi kuch va ta`sir orqali tutib turiladi. Jism o`zidan o`zi harakatga faqat og`irligi tufayli kelishi mumkin, kolgan barcha xollarda kuch ta`sir etilishi lozim. Osmon jismlarga tekis aylanma harakat xosdir. Aristotel xalqani butkul qandaydir sehrli narsa deb hisoblaydi va richag harakatini ham uning sehri bilan izohlaydi.

Aristotel fikricha, bo`shliq, vaznsizlik tabiatga zid, mumkin bo`lmagan narsalardir. Aristotel fizigi bu shunday insonki, u qo`zgalmas Yerdagi havo muhitida, Yer tortish maydonida yashaydi va olamni bunday narsalarsiz tasavvur etaolmaydi. Kundalik tasavvurlarga mos ravishda Aristotel olamning geotsentrik tizimini va osmon yoritkichlari harakatlanadigan sferalarga taqsimlangan cheklangan Koinot konsepsiyasini qabul qiladi.

Aristoteldan keyingi davrdagi atomistika

Iskandar Zulqarnay yurishlari qadimgi dunyo betini o`zgartirib yubordi va yunon hamda sharq sivilizasiyalarning o`zaro ta`sirlashuvlariga olib keldi. Buning natijasida dunyo tarixida katta ahamiyatga ega, xususan, nasroniylikni (xristianlikni) paydo qilgan va rivojlantirgan madaniyat qorishmasi paydo bo`ldi. Iskandarning o`limidan so`ng parchalanib ketgan ulkan imperiya o`rnida yangi davlatlar, savdogarchilik, hunarmandchilik va madaniyatning yangi markazlari paydo bo`ldi. Bu davlatlarda iqtisodiy va madaniy hayotning yangi markazlari ochildi. Garchi falsafiy va ilmiy hayotning tomiri Aristotel vafotidan so`ng ham urib turgan bo`lsada, Afina chetga chiqib qoldi. Biroq, yunon fan va falsafasining xarakteri anchagina yuzgardi.

Qadimgi Dunyoning fan va madaniyat tarixida ellinistik deb nomlangan yangi bosqich boshlandi, u ellinistik davlatlar barpo etilishi, ya`ni, eramizdan avvalgi IV asr oxiri - III asr boshidan boshlab, Rimning Misr tomonidan bosib olgunga qadar (e.a. I asr) davom etdi. Bu vaqtdan fan tarixining uchinchi, ya`ni, yunon-rim davri boshlanadi. Bu davr davomida ellinistik butparastlik madaniyati o`z mavqeini yo`qotib bordi, uning o`rniga butparastlikga qarshi keskin kurash olib borgan (uning misoli tariqasida Iskandariyaning kutubxonasi tor-mor etilishi hamda birinchi astronom ayol Gipatiyaning (eramizning 415 y.) o`ldirilishini eslashimiz mumkin) yangi o`sib kelayotgan nasroniy madaniyat egalladi. Kurash o`rta asrlardagi ma`naviy hayotning fan va madaniyatni bosib olgan diniy mafkura ustunligi ostida yakunlanadi. Antik fanning ajoyib yutuqlari esdan chiqishi, qadimgi mualliflar ishlarining katta qismi yo`qolishi ana shu fakt bilan izohlanadi.

Avval boshdanoq nafaqat nasroniy, balki boshqa dinlar ham fan va erkin fikrga qarshi bo`lgan. Bu qarshilikning izlari butun fan tarixida, shu bilan birga qadimgi fanda ham ko`rinadi. Rim shoiri va faylasufi Lukresiy Kar (e.a. 99 - 55 yy.) o`zining mashhur "Buyumlarning tabiati haqida" qasidasida "dinning og`ir qadamini" va uning ostida insonlarning hayoti "noxush kechishi"ga va diniy mafkuraga qarshi chiqqan yunon donishmand, Demokritning tabiat haqidagi ta`limotini rivojlantirgan afinalik fan va falsafaning ajoyib namoyandasi Epikurni (e.a. 341 - 270 yy.) to`lqinlanib yoritib bergan.

Epikur ijodida yangi davrning manfaatlari yaqqol qo`rsatib o`tilgan. Uni asosan etika muammolari qiziqtirgan. Bu muammolar ellinistik hamda yunon-rim davrlarida zavq-shavq bilan mushohada qilingan va u davrdagi etika va falsafiy merosning kattagina qismi nasroniy etika va falsafasiga o`tgan. Biroq Epikurning etikasi materialistik va insonga yaqin (epikureylik) bo`lgani uchun cherkov tomonidan quvg`inga uchragan.

Epikurning tabiat haqidagi ta`limoti Demokritning atomlar konsepsiyasiga asoslangan bo`lsada, undan biroz farqlanadi. Epikur barcha tabiiy, psixik va ijtimoyi hodisalarni atomlarning mavjudligi bilan tushuntirmoqchi bo`ladi. Atomlar haqidagi tushunchaning o`zi esa, yaxshi ma`lum bo`lgan faktlardan chiqariladi. Masalan, kirning qurishi sababi quyosh va shamol ta`siri ostida kirdan suvning ko`rinmas zarrachalari uzilishidadir.

Atomlar tinimsiz harakatda bo`ladi va Lukresiy ularni qorong`u xonaga yorib kirgan Kuyosh nuridagi chang zarralarning harakatiga qiyoslaydi. Lukresiy tomonidan chizib berilgan g`alayonlangan chang zarralari modeli broun harakatining zamonaviy tasviriga mos keladi. Bu - fan tarixida qadimgi muallif tomonidan molekulyar harakatni tasvirlab bergan birinchi tasvirdir. Epikur tomonidan atomlarning xaotik harakatini tushuntirishi Demokrit tushuntirilishidan farqlanadi. Epikur katta va kichik atomlar tushishidagi tezliklar orasidagi farqlarni tan olmaydi; bo`sh fazoda barcha zarralar bir xil tezlik bilan harakatlanadilar. Biroq ayrim lahzalarda o`z-o`zidan u yoki bu zarraning to`g`ri yo`ldan tasodifan kichik chetlashishlari sodir etiladi.

Epikur va Lukresiy faqat ehtiyojning o`zi tabiatning serjiloligini tushuntirib berolmaydi deb hisoblaydilar. Atomlarning ayrim joylarda va vaqtning ayrim lahzalarida kichik tasodifiy chetlashishlarini faraz qilish zarurdir. Shunday qilib, ilk bor fan tarixida ilmiy tahlilga ehtiyoj bilan birga tasodif kiritildi.

Epikur - Lukresiy ta`limoti asosida materialistik falsafaning "hech narsadan hech narsa bo`lmaydi" degan asosiy tamoyili yotadi.

Bu cheksiz olam hech qanday markazga ega emas. Koinotning tabiiy markazi haqidagi Aristotelning ta`limotini atomistlar inkor etadilar. Shu bilan birga Lukresiyda Yerning sharsimonligi haqida tasavvur ham yo`q. Bu fikrda u Aristotelga nisbatan bir qadam orqaga chekingan bo`ldi.

Keyinchalik, ellinistik davrda Yer radiusini aniqlashga ilk bor ilmiy urinishlar bo`lib o`tdi, biroq bu urinishlardan ikki asr o`tganiga qaramay, Lukresiy yana yassi Yer tasavvuriga qaytadi va keskin tarzda antipodlarga, yuqori va pastning nisbiy tushunchalariga qarshi chiqadi.

Biroq bu xatolar qadimgi atomistlarning ulkan tarixiy ahamiyatga ega bo`lgan yutuqlarini aslo kamaytirmaydi. Ular fanga asrlar osha sinovdan o`tib kelgan va hozirgi kunda atom va atom yadrosi haqidagi qudratli fanga aylangan unumdor g`oyani kiritganlar. Ular tabiat hodisalarining atomlar g`oyasiga suyangan ilk ilmiy nazariyalarini yaratdilar, va materiyaning zamonaviy kinetik nazariyasi Lukresiy chizib bergan tasavvurdan boshlanadi. qadimgi atomistlarning dohiyona topilmalari materialistik atom nazariyasining kelajakdagi yutug`ini ta`minladi.

Epikur - Lukresiy atomistikasi Aristoteldan avvalgi davrning ilmiy rivojlanish yo`lidan davom etayotgan edi. Lukresiy o`zining qasidasida Geraklit, Empedokl, Anaksagor, Demokritlarning dunyoqarashlarini muhokama qiladi, tanqidiy nuqtai nazaridan baholaydi va atomistikaning epikureylik variantini taklif qiladi.

Biroq, Aristotel davridan keyingi atomistika sezilarli darajada yangi xususiyatlarga ega, u Aristotel nazariyasi va Demokrit atomistikasiga nisbatan fizikaga yaqinroq. Umuman olganda, Demokritning atomlari sof geometrik tasavvurlardir, ular faqat shakl va hajm bilan xarakterlanadi. Epikur va Lukresiydagi atomlar vazniga, zichligiga (qattiqligi) ega, shuningdek, to`g`ri tekis harakatidan xususiy chetlashishlarga moyildirlar.

Ellinistik davrda yunon matematika, mexanika va astronomiya bilimlarning boshqa sohalari bilan birga rivojlanishining eng yuqori cho`qqisiga yetdilar. Yunon fani olamning umumiy holda yahlitligicha qo`rishdan differensiallashgan bilimlarga o`tdi, bittayu yagona fandan aloxida bo`lib tabiiy va gumanitar fanlar ajralib rivojlandilar.

Bunday o`zgarishlarning sababi tarixiy sharoitlarning o`zgarishida, jamiyatning yangi ehtiyojlaridadir. Iskandar Zulqarnayning yurishlari nafaqat harbiy san`atni, balki konkret bilim va ko`nikmalarni ham talab etardi. Bu davrga kelib harbiy va qurilish texnikasi nihoyatda rivojlanib ketdi. Muhandislik kasbi jamiyatda tan olindi va hurmat qilina boshlandi.

Yangi savdo, siyosiy va iqtisodiy aloqalar Hindistondan va O`rta Osiyodan tortib Pireney tog`larigacha qamrab oldi. Astronomiya, geografiya, shu bilan birga umuman tabiatshunoslik bilimlari jamiyatda zaruriy ehtiyojga aylandi. Iskandar imperiyasining merosxo`rlari olimlarga katta g`amxo`rlik ko`rsata boshlaydilar, ularga osuda ilmiy ishlar bilan shug`ullanishlariga sharoitlar yaratadilar. Birinchi Ptolemey o`z davrida Iskandariyaga (Aleksandriya) olimlarni jalb eta boshlagan bo`lsa, ikkinchi Ptolemey davrida qadimgi dunyoning mashhur ilmiy maskani bo`lmish Iskandariya muzeyi barpo etildi. Agarda Platon Akademiyasi yoki Aristotel Litseyi ilmiy va pedagogik faoliyatni uyg`unlashtirgan zamonaviy universitetlarining ajdodlari bo`lsa, Iskandariya muzeyini zamonaviy ilmiy-tekshirish institutlarning ajdodi deb qarash mumkin. Olimlar kutubxona, rasadxona, turli kolleksiya to`plamlari xizmatlaridan foydalanishar, to`liq imtiyozlarga ega va yashashlari uchun barcha imkoniyatlar muhayo edi. Bularning barchasi ellinistik davrdagi ilmiy rivojlanishida Iskandariyaning yetakchi ahamiyatini ta`minlar edi. Ellinistik davrning deyarli barcha olimlari Iskandariya

bilan bevosita bo`lmasa bilvosita, ya`ni u vaqtda keng rivojlanib borgan ilmiy yozishmalar orqali bog`langan edi.

Mashhur Arximed qo`lga kiritgan o`zining ilmiy natijalarini Sirakuzadan iskandariyalik matematiklarga yuborgan xatlar orqali ma`lum qilardi. Iskandariyada geometr Yevklid, geograf va matematik Eratosfen, astronomlar Konon, Samosalik Aristarx, Klavdiy Ptolemey kabi yirik olimlar yashab ijod qilganlar. Iskandariya bilan Rodos orolida yashagan matematik Perglik Appoloniy, astronom Gipparx va sirakuzalik Arximed bog`lanib turishardi. Fanning rivojlanishida ayniqsa Yevklid va Arximedlarning ahamiyatlari katta bo`ldi.

Yevklid (e.a. III asr) ajdodlarining matematik bilimlarini to`pladi va bir tizimga keltirdi. Yevklidning "Asoslari" hozirda "Evklid geometriyasi" deb atalmish geometriyaning bayonidir. U zamonaviy fanda "Evklid fazosi" deb nomlangan fazoning metrik xossalarini ta`riflaydi. Yevklid fazosi Galiley va Nyuton asos solgan mumtoz fizikadagi fizikaviy hodisalarning bo`lib o`tadigan joyidir.

Bu fazo bo`sh, cheksiz, izotrop va uch o`lchamga egadir. Yevklid atomlar harakatlanadigan atomistik bo`sh fazo g`oyasiga matematik aniqlik kiritdi. Eng sodda geometrik ob`ekt nuqta bo`lib, Yevklid uni bo`laklarga ega emas narsa deb ta`riflaydi. Boshqacharoq aytadigan bo`lsak, nuqta fazoning bo`linmas atomidir.

Fazoning cheksizligi "Har qanday nuqtadan har qanday nuqtagacha to`g`ri chiziq o`tkazish mumkin"; "Cheklangan to`g`ri chiziqni uzluksiz to`g`ri davom ettirish mumkin"; "Ixtiyoriy markazdan va ixtiyoriy ochilma bilan aylana chizilishi mumkin" qabilidagi uchta postulat bilan ta`riflanadi.

Parallel chiziqlar haqida ta`limot va mashhur beshinchi postulat ("Agarda ikkita to`g`ri chiziqqa tushayotgan to`g`ri chiziq ikkita to`g`ri burchakdan kichik bir tomonda joylashgan ichki burchaklarni hosil qilsa, shu chiziqlarni davom ettirish natijasida burchaklari ikkita to`g`ri burchakdan kichik burchak tomonda tutashadi") Yevklid fazoning xossalarini va geometriyasini aniqlaydi. Keyinchalik Arximed "Bir xil uchlarga ega barcha chiziqlardan eng kichigi to`g`ri chiziqdir" taxminni kiritgan holda Yevklid fazosining yana bitta xarakteristikasini ifodalab berdi. Yevklid geometriyasidagi to`g`ri chiziq geodezik, ya`ni, eng kichik uzunlikga ega chiziqdir. Yevklid fazosi yassidir. Yevklid fazosining ana shu xossalari bir kunda topilmagan, u ko`p asrlar davomida ilmiy fikrning mevasidir, bu ishning boshlanishi sifatida esa, Yevklidning "Asoslari" xizmat qildi.

Yevklid o`zining "Optika" va "Katoptrika" asarlarining bayoni orqali geometrik optikaga asos soldi. Geometrik optikaning asosiy tushunchasi to`g`ri chiziqli yorug`likning nuridir. Yevklid yorug`lik nuri ko`zdan tarqaladi (ko`rish nurlarning nazariyasi) deb qabul qiladi, geometrik tuzilmalar uchun u xususiy ahamiyatga ega emas. U fokus nuqtasining aniq vaziyatini hali aniqlay olmasada, akslanish qonunini va botiq sferik ko`zguning xossalarini biladi. Har qalay, fizika tarixida Yevklidning nomi geometrik optikaning asoschisi sifatida o`zining munosib o`rnini topdi.

Arximed

Qadimgi Dunyoning buyuk matematigi, mexanigi va fizigi Arximedning nomi Yevklid bilan bir qatorda har bir o`quvchiga ma`lumdir. Arximed qonuni asrlar osha fizika darsliklarining betlaridan tushmaydi.

Arximed Sitsiliya orolidagi Sirakuza shahrida e.a. 287 yilda tug`ilgan. Sitsiliya orolida Empedokl yashagan va vafot etgan, bu yerga Platon quldorlik davlat tuzilishi haqidagi g`oyalarini amalga oshirish uchun kelib ketardi, Arximedning yoshlik yillarida podsho Pirr yangi yunon davlatni tuzish maqsadida rimliklar va karfagenliklar bilan urush olib borgan. Arximed otasi astronom Fidiy Sirakuza boshqaruvchisi Giyeronning yaqin odamlaridan biri bo`lganligi sababli o`g`liga durustroq ma`lumot berishiga imkon tug`iladi. Arximed Iskandariyaga ketadi va u yerda astronom Konon va matematik hamda geograf Eratosfen bilan yaxshi munosabatda bo`lib qoladi.

Arximed

Arximed Sitsiliyaga yetuk matematik sifatida qaytgan bo`lsada, uning birinchi ishlari mexanikaga bag`ishlangan edi. Shuni ta`kidlab o`tish joizki, Arximed o`zining matematik ishlarida ko`pincha mexanikaga tayanadi. Bir qator geometrik masalalarni yechishda u richag tamoyilidan foydalangan.

Arximed qonuni bilan bir qatorda richag tamoyili hamda og`irlik markazi haqidagi ta`limot mexanika sohasidagi uning eng muhim ilmiy ishlaridir.

Arximed nafaqat matematik va mexanik, balki o`z davrining yirik muhandisi, mashina va mexanik apparatlarning ixtirochisi ham bo`lgan. U dalani sug`orishga ixtisoslashgan mashinani, suv ko`taruvchi vintni ixtiro qilgan, uning harbiy mashinalarining ixtirolari ayniqsa muvaffaqiyatli chiqqan. Arximed ko`p kuch va e`tiborini harbiy masalalarga bag`ishlagan birinchi olim deb tan olingan.

Rim bilan Karfagenning o`zaro kurashlarida Sitsiliyani qo`lga kiritish masalasi muhim ahamiyatga ega bo`lgan. Ikkala kudratli davlat Sirakuzani ishg`ol etishga ancha kuch sarflaganlar. Giyeron va uning maslakdoshlari qanday bo`lmasin, mustaqillikni saqlab qolishga harakat qildilar. Sirakuza mudofaa rejalarida harbiy texnika ko`zga tashlanarli joyni egallagan va bu texnikani yaratishda Arximedning muhandisligi ulkan ahamiyatga ega edi.

Arximed boshchiligida sirakuzaliklar turli maqsadlarga mo`ljallangan ko`pgina mashinalarni qurdilar. Sitsiliyaga Appiy Klavdiy rahbarligi ostida rimliklarning piyoda qo`shinlari bostirib kirdi, Sirakuza devorlari ostida esa Marsell qo`mondonligidagi rim floti paydo bo`ldi.

Arximed texnikasiga qarshi Marsellning rim harbiy texnikani qarama-qarshi qo`yishga urinishi samarasiz ketdi. Arximed ulkan toshlar bilan qo`poruvchi mashinani sindirib tashladi va Marsell flotni xavfsiz joyga ko`chirishga, piyoda qo`shinlarning chekinishiga farmon chiqarishga va shaharni uzoq davr iskanjada tutib turishga majbur bo`ldi. Sirakuzani ishg`ol etish paytida Arximed rim soldati tomonidan o`ldirildi. Shunday qilib, Arximed urushga ishlagan birinchi olimlardan biri va ilm ahli ichida urushning birinchi qurboni sifatida tarixga kirdi.

Uning fizika sohasidani tadqiqotlari natijalarida to`htalib o`taylik. qadimgi dunyo texnikasining rivojlanishida ilgari surgan ilmiy masalalardan birinchi navbatdagilari statika muammolari edi. qurilish va harbiy texnika muvozanat masalalari bilan chambarchas bog`liq bo`lib, og`irlik markazi degan tushunchani ishlab chiqishiga olib kelardi. qurilish va harbiy texnikaning negizida richag yotardi. Richag kam kuch sarflab katta yuklarni ko`tarishga va kuchli qarshiliklarni yengishga imkon berar. U va shunga asoslangan mashinalar insonga tabiatni "alday bilishiga" yordam berdi. Ana shundan "mexanika" so`zi ham kelib chiqqan. "Mexane" degan yunon so`zi qurol, moslama, shuningdek, aldash ham ma`noni anglatgan. Ko`p asrlar davomida mexanikaga sodda, jo`n statik mashinalar haqidagi fan deb qaralgan edi. Uning asosida Arximedning "Yassi jismlarning muvozanati haqida" asarida bayon etilgan nazariya yotardi. Bu nazariya negizida quyidagi postulatlar yotadi:

"1. Teng vazndagi yuklar bir xil uzunliklarda muvozanatlashadilar, har xil uzunliklarda muvozanat buziladi va kattaroq uzunlikdagi yuk ko`proq bosadi.

2. Agarda biror uzunliklarda muvozanatlashgan yuklardan biriga biror narsa qo`shilsa, muvozanat yo`qoladi va qaysi yukga qo`shilgan bo`lsa, o`sha yuk ko`proq bosadi.

3. Xuddi shunday, agarda yuklarning biridan olingan bo`lsa, muvozanat yo`qoladi va qaysi yukdan olinmagan bo`lsa o`shanisi qo`proq bosadi ".

Shubxasizki, bu postulatlar "yaqqol ko`zga tashlanib", davomli amaliyotda sinab ko`rilgan. Bu postulatlarga tayangan holda Arximed quyidagi teoremalarni isbotlaydi: "O`lchovdosh kattaliklar uzunliklari yuklariga teskari proporsional bo`lgan uzunliklarda muvozanatlashadilar". Undan keyin: "Agarda kattaliklar o`lchovdosh bo`lmasalar, ular xuddi shunday, bu kattaliklarga teskari proporsional bo`lgan uzunliklarda muvozanatlashadilar". Bu so`zlarda richag qonunining birinchi aniq formulirovkasi mujassamlashgan. Bunda "kattaliklar" so`zlari ostida richagga ta`sir etuvchi kuch modullarini tushunmoq kerak.

"Yassi jismlar muvozanati haqida" kitobida richag qonunidan tashqari uchburchak, parallelogramm, trapesiya, parabolik segment va yon chetlari parabola yoylari bo`lgan trapesiya kabi jismlarning og`irlik markazlarining ta`riflari berilgan. Arximed tomonidan og`irlik markaziga berilgan ta`rif esa, quyidagichadir: "Har qanday jismning og`irlik markazi deb jism ichidagi shunday nuqtaga aytiladiki, agarda jismni shu nuqtadan hayolan osib qo`ysak, u tinch holatini va avvalgi vaziyatini saqlab qoladi". Bu ta`rifga kelish uchun uzoq davrdagi amaliy tajriba zarur bo`lgan, bu tajribaning umumlashmasi sifatida aynan Arximed mexanikasi namoyon bo`ldi.

Arximed matematik xulosalar chiqarishda mexanikasida olingan natijalardan foydalangan. Masalan, u parabolik segment yuzasini va shar hajmini hisoblashda richag qonunidan foydalangan. Arximedning bu hisoblashlari boshlang`ich bosqichdagi integral hisoblanishning o`zidir.

Arximedning mashhur qonuni uning "Suzib yuruvchi jismlar haqida" asarida bayon etilgan. Bu asarning yozilishiga sabab shuki, Sirakuza kema yasovchi va port shahri edi. Jismlarning suzish masalalari kuniga amalda hal etilar, albatta, bu narsaning ilmiy asoslarini aniqlash Arximed uchun dolzarb vazifa bo`lib ko`ringan.

U nafaqat jismlarning suzish shartlarini, balki turli geometrik shakldagi jismlarning suzishdagi muvozanat masalasini tahlil qiladi. U qo`lga kiritgan natijalarining zamonaviy talqini va isboti faqatgina XIX asrda olindi.

Arximedning asari suyuqlikning tabiati ta`rifi bilan boshlanadi, uningcha "bir xil sathda joylashgan va bir-biriga tegib turgan zarrachalar kamroq ezilganlari ko`proq ezilganlari tomonidan sitib chiqariladi, va har bir uning zarrachasi qoq tepasida mavjud suyuqlik bilan eziladi". Bu ta`rif Arximedga asosiy talqinni berishga imkon yaratadi: "Har qanday tinch holdagi suyuqlikning sathi shar shakliga ega, uning markazi esa Yer markazi bilan mos tushadi". Shunday qilib, Arximed Yerni shar deb hisoblaydi va Yer og`irligi maydonidagi muvozanatlashgan og`ir suyuqlikning sathi sferik shaklda bo`lishini ta`kidlaydi. Undan so`ng u suyuqlik bilan bir xil solishtirma og`irlikga ega jism sathlari shu suyuqlik sathi bilan barobar bo`lgunga qadar tushishini isbotlaydi. Nisbatan yengilroq jism uning botirilgan qismi butun jism og`irligiga teng suyuqlik hajmini sitib chiqarguncha botadi. Mantiqiy fikrlash orqali Arximed o`zining qonuni ta`rifini o`z ichiga qamrab olgan taxminlarga keladi:

"1. Suyuqlikga nisbatan yengilroq jismlar shu suyuqlikga majburan botirilganda jismga teng hajmdagi suyuqlikning og`irlik kuchiga teng kuch bilan yuqoriga sitib chiqariladilar".

"2. Suyuqlikga nisbatan og`irroq jismlar shu jismga botirilganda tubigacha boradilar va suyuqlikda ular jism hajmdagi suyuqlik og`irligiga teng kattalikga yengillashadilar".

Arximed kitoblarining qolgan joylarida suyuqlikda suzib yurgan jismlarning muvozanat shartlarini tahlil qiladi.

Matematika va mexanikadan tashqari Arximed optika va astronomiya bilan ham shug`ullangan. Arximed rim flotiga qarshi kurashishda botiq ko`zgulardan foydalanganligi, ular yordamida quyosh nurlarini fokuslab kemalarni yoqib yuborganligi haqida rivoyat saqlanib qolgan. qadimgi mualliflar yozishicha, Arximed botiq ko`zgularning kuydiruvchi xususiyatlarini yaxshi bilgan, yorug`likning sinishiga doir tajribalar o`tkazgan, yassi, qavariq va botiq ko`zgulardagi tasvirlarning xossalarini bilgan.

Arximed astronomiya bilan shug`ullanganligini harbiy o`lja sifatida Marsell qo`liga tushgan u qurgan astronomik sfera haqida hikoyalar va Koinotdagi qum zarralar sonini hisoblaganligi haqida bayon etuvchi "Psammit" asaridan bilsa bo`ladi. Masalaning qo`yilishining o`zi katta tarixiy ahamiyatga ega: aniq tabiatshunoslik noqulay sonlar tizimidan foydalangan holda kosmik masshtabidagi hisoblashlarga o`tadi. Arximed tomonidan qo`lga kiritilgan natija zamonaviy belgilarda 10^{63} son bilan ifodalanadi. Undan tashqari, Arximed asarida ilk bor ikkita olam, ya`ni, geotsentrik va geliotsentrik tizimlar taqqoslanadi. Arximed "astronomlarning ko`pchiligi olam deb Quyosh va Yer markazlari orasida joylashgan sharni ataydilar" deb ko`rsatadi.

Undan so`ng Arximed Samosalik Aristarx olamni yanada kattaroq deb taxmin qilishini ma`lum qiladi. "Haqiqatdan ham, uning taxminicha quyosh va qo`zg`almas yulduzlar harakatsiz, Yer esa qo`zg`almas yulduzlar va quyosh o`rtasida joylashgan aylana bo`ylab quyosh atrofida harakatlanadi...". Arximed

Aristarxning fikrini olam o`lchamini Yer o`lchamiga nisbatini qo`zg`almas yulduzlar sfera radiusini Yer orbitasi radiusi nisbatiga teng deb izohlaydi. Shunday qilib, Arximed olamni juda ulkan bo`lsada, biroq chekli deb qabul qiladi, bu esa, hisob-kitobini oxirigacha yetkazishga imkon beradi.

Arximed qadimgi dunyoning ilmiy fikr cho`qqisidir. Undan keyingi olimlar, ya`ni, Iskandariyalik Geron (e.a. I - II asrlar), Iskandariyalik Papp (III asr), ular Arximed ilmiy merosiga arzimagan narsa qo`shdilar va ularning mexanikaga doir ishlari ko`chirmakashlik xarakteriga egadir.

Geron va Papp davridan mexanikani sodda mashinalar haqidagi fan deb qabul qilina boshlandi, bu mashinalar asosan beshta, ya`ni, vorot, richag, blok, pona va vint deb hisoblanardi. So`nggi ikkita mashina qiya tekislik xususiyatlariga asoslangan bo`lib, ularning ishlash qonuni na Arximedga, na undan keyingi qadimgi va o`rta asrlardagi mualliflariga ma`lum bo`lmagan.

Geron turli avtomatlar va ilk bor bug` turbinaning modeli bo`lmish birinchi issiqlik dvigatelni, ya`ni, eolipilning ixtirochisi sifatida tan olindi. Tan olish kerakki, Geronning eolipili hech qanday foydali ish bajarmas va shunchaki ermak bo`lib qoldi. Bu narsa vaqtidan oldin qilingan ixtirolar ularni kayta ishlash uchun vaqt yetilmaguncha o`z rivojini topaolmasligini isbotlaydi. Issiqlik dvigatelning tarixi XVII asrda atmosfera bosimi kashf qilingandan so`nggina boshlanadi. qizig`i shundaki, Geronning ko`pgina avtomatlarining ishlash tamoyili atmosfera bosimiga asoslangan edi, vaholanki, Geronning o`zi havo bosimi haqida hech qanday tasavvurga ega emasdi va uning o`zi qo`llagan sifonning ish tamoyilini suv oqimining uzluksizligi bilan izohlagandi.

Shuni ta`kidlab o`tish joizki, Geron nur akslanish qonunini eng kam vaqt tamoyili bilan, ya`ni, yorug`lik nuri ko`zgudan shunday akslanadiki, yorug`lik manba, ko`zgu va qabul qiluvchi nuqtani birlashtirib turuvchi yo`l o`tishi uchun eng kam vaqtni talab etadi deb ilk bor asoslab bergan. Optika uchun muhim bo`lgan Ferma - Gamilton variasion tamoyilining tarixi ana shundan boshlangan.

Qadimgilarning optikasi haqida so`z yuritar ekanmiz, qadimgi donishmandlar, chunonchi Arximed ham, nurning sinishiga va meteorologik optikaga doir bir qancha qiziqarli kuzatuvlar qilishgan deb ta`kidlab o`tishimiz zarur. Biroq, nur sinishining aniq qonuni ularga ma`lum bo`lmagan. qadimgi dunyoning buyuk astronomi, sayyoralarni olamning geotsentrik tizimidagi harakatlanish nazariyasini juda katta san`at bilan ishlab chiqqan Klavdiy Ptolemey suvda va shishada yorug`liklarning tushish va sinish burchaklarini kattagina aniqlikda o`lchay olgan. Biroq, o`zining ma`lumotlaridan sinish qonunini u chiqarmagan va sinish burchagi tushish burchagiga proporsionaldir deb hisoblagan. Sinish qonunining bunday ta`rifidan Kepler ham foydalangan, hozirda ham elementar darsliklarda linzalarning formulalarini chiqarishda tushish burchaklarni kichik deb hisoblashadi ("nul dastalar" optikasi) va burchaklarning sinuslarini burchaklar qiymatlarining o`ziga almashtirishadi.

Qadimgilarning optikaga doir nazariyalariga kelsak, yorug`likdek murakkab va nozik fizikaviy hodisada to`g`ri yondoshish yo`lini topish oson emasdi. Optik nurlar nazariyasi Yevklid, Arximed va Ptolemey tomonidan keng qo`llanilgan. Atomistlar buyumlardan ajralib chiquvchi va ko`zda ko`rish xissiyotlarni

qo`zg`atuvchi "tasavvurlar" nazariyasini ilgari surdilar. Optik nurlar nazariyasiga qarshi chiqqan Aristotel o`rtada turgan muhit haqida ham fikr yuritgan va uning noaniq ta`rifida to`lqinli nazariya haqidagi taxminini ko`rish mumkin. Aristotel fikricha, ranglar qoramtir va oqishlarning ta`sirlashuvidan kelib chiqadi. Umuman olganda, Aristotelning fizikasi qarama-qarshi, ya`ni, issiqlik - sovuqlik, quruqlik - namlik, qorongulik - yorug`lik sifatlaridan keng foydalanadi. Bunday "sifatlar fizikasi" o`rta asrlarda keng tarqalgandi.

II BOB. O`RTA ASR FIZIKASI

Tarixiy izohlar

Quldor Rim davlatning tanazzulga uchrashi va g`arbiy Yevropada feodallikga o`tish jarayonlari qabila va xalqlarning o`zaro harbiy to`qnashuvlar va harakatlar sodir etilayotgan murakkab bir sharoitda bo`lib o`tdi. "Yovvoyi" qabilalar ta`ziyqi ostida qulagan Rim imperiyasi yangi tarixiy sharoitlarga tezda moslasha olgan va feodallikning g`oyaviy tayanchiga aylangan nasroniy cherkovning kuchli va pishiq tuzumi bilan bu qabilalarga g`oyaviy ta`sir etardi. Sharqda Xitoy va Hindiston g`arbiy Yevropaga nisbatan feodal tuzumga o`tishi jadalroq kechdi, va bu mamlakatlar o`zining iqtisodiy va madaniy rivojlanishida ham ancha ilgarilab ketdi, bu narsa esa fanning rivojiga ham, shubhasizki, o`z ta`sirini ko`rsatdi.

VII asr boshlarida Araviya yarim orolida qiziq va bir tomondan sirli hodisa yuz berdi. U yerda ko`chmanchi va yarimko`chmanchi qabilalar savdogar Muhammad targ`ib qilgan yangi din, ya`ni, islom dini bayrog`i ostida birlashdilar hamda qisqa vaqt ichida Eronni, O`rta Sharq davlatlarini, Misrni bosib olgan va Yevropaning Pireney yarimoroligacha kirib borgan kuchli urushqoq arab davlatini barpo etdilar. Fan va madaniyat tarixida arablar muhim rol o`ynadilar. Ular antik va g`arbiy madaniyatni, antik va o`rta asrdagi fanni bog`lovchi xalqa vazifasini o`tadilar. Natijada, ertangi o`rta asrlarda (VII - XI asrlar) fandagi yetakchi rolini Sharq o`ynagan edi. Faqatgina keyinchalik, yevropaliklarning Sharqqa qilgan yurishlaridan so`ng g`arbiy fan bir muncha jonlanadi, u yerlarda universitetlar paydo bo`ladi, yirik olimlar yetishib chiqadi. Shu bilan birga rivojlangan feodalizm deb nomlanmish bu davr (XI - XV asrlar) ishlab chiqaruvchi kuchlarning intensiv rivojlanishi, xunarmandchilik va savdogarchilik rivojlanishi bilan ta`riflanadi hamda ishlab chiqarishning yangi, kapitalistik usuliga va yangi iqtisodiy tuzum, ya`ni, kapitalizmga o`tishga zamin tayyorlaydi.

Feodalizmning parchalanishi va yangi iqtisodiy shakllarga o`tish XV asrning oxiridan XVII asrning birinchi yarmisiga qadar davom etadi. Fan uchun bu davr katta ahamiyatga ega, chunki aynan shu davrda yangi, tajribali tabiatshunoslik paydo bo`ldi. Shunday qilib, o`rta asrdagi fanning tarixi jamiyatning rivojlanish tarixiga monand uchta xronologik bo`laklarga taqsimlanadi:

1. Sharqda fanning rivojlanish davri (VII - XI asrlar);
2. Yevropalik feodal fanning rivojlanish davri (XI - XV asrlar);
3. Tajribali tabiatshunoslikning paydo bo`lish davri (XV asrning oxiri - XVII asrning birinchi yarmi).

O`rta asr davrida Sharqda fanning yutuqlari

G`arbiy Yevropa ertangi o`rta asr davrida butkul tushkun manzarani tashkil etar edi. Onda-sonda uchraydigan qishloqchalar va undan ham kam uchraydigan pomeshiklar tomorqalari bir-biri bilan deyarli bog`lanmagan alohida-alohida olamchalardan iborat. Feodal o`z ehtiyojiga zarur bo`lgan barcha narsalarni, ya`ni, yegulik zahiralarini, kiyim-kechak, qurol-yarog`ni qo`li ostidagi krepostnoylardan olar. qadimgi Rim, Afina, Iskandariya kabi shaharlar, gavjum portlar, shovqinli bozorlar, teatrlar, sirklar yo`q. O`rta asrdagi kishining dunyosi uning tor qishlog`i va xovlisi bilan chegaralangan edi. Shunday bo`lgandan so`ng bu insonning dunyoqarashi ham ajablanarli darajada tor, va bilimdon afinalik yoki iskandariyalik fuqaroning dunyoqarashiga tubdan teskari edi. O`rta asrdagi barcha ma`naviy hayot, ya`ni, maorif, san`at, fan butkul cherkovga bo`ysundirilgandi.

O`rta asrdagi Sharq boyroq va madaniyatliroq edi. Arab halifaligining poytahti Bog`dod halfa va vazirlarining xashamatli saroylari bilan bezalgan, shovqinli bozorlar turli tillarda gaplashuvchi rangbarang to`dalar bilan to`lgan. Arab savdogarlari karvon va dengiz kemalarni hozirlar, shaharlarda boy kimxob matolar to`qilar, ajoyib qurol-yarog` yasalar, oltin va kumush taqinchoqlar ishlanardi. Sharq qandolat va shirinliklar, xushbo`y moddalar bilan mashhur edi. Bu umuman boshqacha, qul va krepostnoylar mehnatida barpo etilgan o`zgacha olam edi. Ana shu olamda nasroniy cherkov tomonidan quvg`inga uchragan qadimgilar fani boshpana topishi va yangi bilimlarga turtki bo`lishi mumkin edi.

Keng quloch yoygan savdo ishlari matematik masalalarga boy mavzu berar, uzoq va olis safarlar astronomik va geografik bilimlarning rivojlanishiga omil bo`lar, hunarmandchilikning rivojlanishi esa tajriba san`atining rivojlanishiga olib kelardi. Shuning uchun ham, hisoblash masalalarning yechishiga qulay bo`lgan yangi matematika asoslari aynan Sharqda o`z rivojini topdi. Bilimdon halfa al Ma`mun davrida ishlagan horazmlik Abu Abdulla Muhammad ibn Muso al Xorazmiy (780 - 850) arifmetika va algebraga doir risolaning muallifi bo`lgan. Sonlarning hind pozitsion tizimi va nul ishlatilishi, arab sonlar, butun va kasr sonlar ustida amallar bajarishni Yevropa ana shu arifmetik risola orqali tanib oladi. Xorazmiyning algebraik risolasi matematikaning yangi bo`limi - algebraga (al jabr) asos soldi. Xorazmiyning risolasida chiziqli va kvadrat tenglamalarni yechish usullari ko`rsatilgandi.

Xorazmiydan keyingi olimlar o`z navbatida hind matematiklardan olingan yangi g`oyalarni qayta rivojlantirdilar, va nihoyat, XII asrda Yevropada Xorazmiy hamda boshqa sharq mualliflar qalamiga mansub risolalarning tarjimalari paydo bo`la boshlaydi. Kopernik - Galiley ilmiy inqilobi boshlanishiga yangicha sanoq yozuvi, algebra va trigonometriya yevropalik olimlar tomonidan o`zlashtirildi va biroz rivojlantirildi.

Aristotel va Ptolemey ishlari ham o`rta asr universitetlari kafedralariga arab tarjimalarida yetib keldi.

Biroq, antik fanning yutuqlari arablardan ham oldin Qovqoz orti mamlakatlarda ma`lum bo`lgan. Armaniston va Gurjiston IV asrdayoq Vizantiya bilan iqtisodiy va madaniy aloqalar bog`lagan edi. Bu mamlakatlarga nasroniylik ancha ilgari kirib ulgurgandi. 301 yildayoq Armanistonda nasroniylik davlat dini

deb qabul qilingan, bu din ertangi feodalizmning tayanchiga aylangan edi. V - VII asrlarda Aristotel, Platon va nasroniy dinshunoslarning ishlari arman tiliga tarjima qilindi.

VII asr boshlaridagi mashhur arman olimi Ananiya Shirakasi matematika va falsafani o`rganish maqsadida Vizantiyaga sayohat qilgan, va vataniga qaytgandan so`ng maktab tashkil etgan va u yerda matematika, astronomiya, geografiyadan mashg`ulotlar o`tkazgan. Shirakasi tomonidan arman tilida arifmetika darsligi tuzilgan, kosmografiyadan risola chiqarilgan. Bu risola Shirakasi yunon olimi Aristotelning ishlaridan voqif ekanligini bildiradi. O`zining risolasida Shirakasi quyoshgacha va Oygacha bo`lgan masofani chamalash, taqvimlarni tuzish kabi sof astronomik masalalarni ham ko`rib chiqqan, bu esa, quyosh va Oyning harakati hamda bu masalalarga doir qadimgi olimlarning ishlaridan habardor ekanligidan dalolat beradi.

Har tomonlama yetuk olim bo`lgan Shirakasi yosh arman fanni antik davr ilmiy merosi bilan bog`layoldi. Afsuski, tabiiy fanlarning rivoji va antik merosning o`zlashtirishida qovqoz orti olimlarning ahamiyati hali yetarli darajada o`rganilmagan.

Arablar fanda tajribani ham kirita boshlaganlar. Muhammad ibn Axmad al Beruniy (973 - 1048) metall va boshqa moddalarning zichliklarini o`zi ixtiro qilgan "konussimon asbob" yordamida aniq o`lchashga harakat qilgan. Beruniy tomonidan yasalgan bu "konussimon asbob" yuqori qismi torayib uchi silindrik bo`yinga ega idish shaklida bo`lgan. Bo`yinning o`rtasida kichik yumaloq teshikcha bo`lib, unga o`lchami mos kelgan egri shakldagi naycha kavsharlab qo`ylgan. Idishga suv quyilgan. Zichligi aniqlanishi lozim bo`lgan metallarning parchalari idishga tushirilgan, egri nay orqali tekshirilayotgan metall parchalari hajmi miqdorida suv oqib tushgan. Bo`yin yetarli darajada tor bo`lib, "xatto tariq donasi hajmdagi narsa tushirilganda ham suv sathi ko`tarilishi sezilarli bo`lgan". Beruniy o`lchashlarini zamonaviy birliklarga o`tkazganimizda oltinning zichligi 19,5 ga, simobniki - 13,56 ga tengdir.

Zamonaviy natijalar bilan Beruniy ma`lumotlarini taqqoslaganimizda ular anchagina aniq ekanligiga amin bo`lamiz. Afsuski, ular Yevropada ancha kech, ya`ni, XIX asrda al Haziniyning "Donishmandlik tarozi haqida kitob"idan ma`lum bo`lgan. Bu kitobda Beruniyning qalamiga mansub "Hajmdagi metall va qimmatbaho toshlar nisbatlari haqida" kitobidan olingan parchalarda Beruniy asbobining tasnifi va olingan natijalari berilgan.

Muhammad ibn Axmad al Beruniy

Al Haziniyning o`zi esa Beruniy boshlab bergan tadqiqotlarni maxsus ixtiro qilgan "donishmand tarozi" asbobi yordamida davom ettirgan.

Beruniyning zichliklarni aniqlashda ishlatiladigan suv haqida keltirgan amaliy

ko`rsatmalari ajoyibdir. U "uning xususiyatlariga yilning to`rt fasli ta`siri hamda havo holatiga bog`liqligi tufayli" bir xil sharoitda bitta manbadan olingan suvdan foydalanish zarurligini ta`kidlaydi. Shunday qilib, Beruniy suvning zichligi undagi qo`shimcha unsur va haroratga bog`liqligini bilgan.

Shuningdek, Beruniy aniq astronomik va geografik o`lchashlarni o`tkazgan. U ekliptikaning ekvatorga og`ish burchagini va uning asriy o`zgarishlarini aniqlagan. Hindistonga qilgan sayohatida Beruniy Yer radiusini aniqlash usulini ishlab chiqqan.

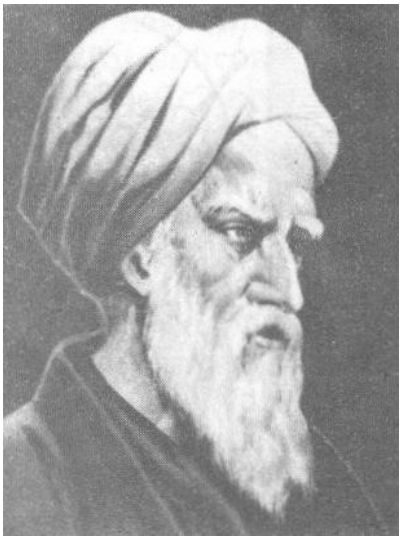
Beruniy Oy va quyosh tutilishlarini kuzatgan, Oy tutilishlarda Oyning rangi o`zgarishini, to`liq quyosh tutilishlarida esa quyosh toji hodisasini tasvirlab bergan. U quyosh atrofida Yerning harakat qilishi haqida fikr bildirgan va geotsentrik nazariyani ancha zaif deb hisoblagan. Beruniy Hindiston haqida kattagina risola yozgan va Yevklidning "Asoslari" hamda Ptolemeyning "Almagest" asarlarini sanskrit tiliga o`girgan.

Beruniyning bilimga intilishi juda erta paydo bo`lgan va o`smirligidayok qadimgi Xorazmning ilmiy doiralarida ancha mashhur bo`lgan. 21 - 22 yoshidayok astronomik o`lchovlarni o`tkazgan. U davrda Xorazmda davlat to`ntarishi sodir etiladi va Beruniy Xorazmni tark etishga majbur bo`lib, o`n yilga yaqin umrini musofirlikda o`tkazadi. qaytib kelgandan so`ng Beruniy davlat arboblaridan biriga aylanadi. O`sha davrdan u qadimgi Xorazmning mashhur olimi Ibn Sino (980 - 1037) bilan ilmiy yozishmani boshlab yuboradi, u yozishmalarda bir kator ilmiy tabiiy masalalar va Aristotel fizikasi muhokama qilinadi.

1017 yilda Huroson va Afg`oniston hukmdori Mahmud Xorazmni bosib oladi va Beruniy boshqa asirlar qatorida g`aznaga yuboriladi, u yerda Beruniy o`n uch yil qolib ketadi. Beruniy og`ir sharoitlarga qaramay, geografiya va astronomiyaga doir bir qator ishlarni, xususan, mashhur "Hindiston"ini yozib, ilmiy ishlarini davom ettiradi.

"Hindiston"ni bitirish arafasida Beruniyning sharoiti o`zgaradi. Tahtga Mahmudning o`g`li Ma`sud o`tiradi. U Beruniyga ancha yon bosar va yordam berar edi. Shuning uchun olim "qonuni Ma`sudiy" nomi bilan tanilgan astronomiya va sferik trigonometriyaga doir kattagina risolasini Ma`sudga bag`ishlaydi. Beruniy tomonidan shuningdek "Mineralogiya" va "Shifobahsh moddalar haqida kitob"lari yozilgan. Sharqshunos I.Yu.Krachkovskiy aytishicha, Beruniy unga zamondosh bo`lgan va birinchi navbatda fizika-matematika va tabiiy-tarixiy fanlarni qamrab olgan ensiklopediyachi olim bo`lgan.

Beruniyning zamondoshi misrlik Ibn al Haysam (965 - 1039) ham yirik fizik bo`lgan, Yevropada u Alxazena nomi bilan tanishdir. Uning ishlari asosan optikaga taalluqlidir. Al Haysam qadimgilarning ilmiy merosini rivojlantiradi, uning uchun u tajribalar o`tkazadi va lozim bo`lgan asboblarni ixtiro qiladi. U ko`rish nazariyani ishlab chiqadi, ko`zning anatomik tuzilishini ta`riflab beradi va tasvirni qabul qiluvchi gavhar degan taxminni bildiradi. Al Haysamning nuqtai nazari XVII asrgacha, ya`ni, tasvir to`rda paydo bo`lishi haqidagi g`oya tan olingunga qadar hukmron bo`lgan.


Al Haysam

Ta`kidlab o`tish joizki, Al Haysam obskura kamerasining ishlash tamoyilini bilgan birinchi olim bo`lgan, ushbu kameradan quyosh va Oy tasvirlarini olish uchun astronomik asbob sifatida foydalangan. Al Haysam yassi, sferik, silindrik va konik ko`zgularning ta`sirlarini ko`rib chiqqan. U yorug`lik manba va ko`zning berilgan vaziyatlariga qarab silindrik ko`zguning akslangan nuqta vaziyatini aniqlash masalasini qo`ygan. Matematik tarzda bu masala quyidagicha ta`riflanadi: bitta tekislikda joylashgan ikkita nuqta va aylana ma`lumotlaridan aylananing shunday nuqtasini topish kerakki, berilgan nuqtalar bilan birlashtirgan bu chiziq aniqlanayotgan nuqtaga o`tkazilgan radius bilan teng burchaklarni hosil qilsin.

Masala to`rtinchi darajali tenglama ko`rinishidagi yechimga ega. Al Haysam uni geometrik usulda yechgan. Keyinchalik Al Haysam masalasini Gyuygens va Nyuton ustozi Barrou kabi XVII asrning yirik olimlari yechganlar.

Al Haysam nur sinish masalalari bilan shug`ullangan. U sinish burchaklarni o`lchash usulini ishlab chiqqan va tajribada sinish burchagi tushish burchagiga proporsional emasligini ko`rsatgan. Garchi Al Haysam sinish qonunining aniq ta`rifini topmagan bo`lsada, u tushayotgan va singan nurlar nur tushayotgan nuqtadan tiklangan perpendikulyar bilan bir tekislikda joylashishini ko`rsatib, Ptolemey natijalariga salmoqli xissa qo`shgan. Al Haysam yassi-kavariq linzaning kattalashtirish xususiyatini, ko`rish burchagi tushunchasini va uning buyumgacha masofaga bog`liqligini bilgan. Shafakning davomiyligidan u atmosferani bir jinsli deb qabul qilgan holda balandligini aniqlagan.

Al Haysamning "Optika kitobi" lotin tilga XII asrda o`girilgan edi. Biroq, bu risola Ptolemey ishining nushasidir deb hisoblanib kelingan. Faqatgina Ptolemeyning asari topilib chop etilgandan so`nggina Al Haysam optikasi qadimgilarning yutuqlarini rivojlantirgan asl nusha asari ekanligi ma`lum bo`ldi. Alxazen aynan arab olim Ibn Al Haysam ekanligi faqatgina XIX asrda aniqlandi.

Beruniy va Al Haysam misollarida Sharqda tajribali tabiatshunoslik qanday rivojlanganligini ko`rishimiz mumkin. Yevropaga arablar orqali kirib kelgan mexanik soat, kompas, porox, qog`oz kabi kashfiyotlar hamda antik ilmiy meros yevropalik sivilizasiya rivojida ulkan ahamiyatga ega bo`ldi.

Ta`kidlab o`tish lozimki, arablarda astronomiya o`z rivojini topdi. Rasadxonalar barpo etildi, osmon yoritkichlarni kuzatish ishlari olib borildi. Biz

Beruniyning astronomik va geodezik o`lchashlari haqida gapirgan edik. Yirik astronomlardan biri bo`lgan mashhur Amir Temurning nabirasi Ulug`bek (1394 - 1449) edi. U Samarqandda rasadxona qurdirib, o`z zamoniga yarasha yuqori darajadagi asboblar bilan ta`minladi. U tomonidan yulduzlarning aniq katalogi va sayyoralarning harakatlanish jadvali tuzildi. Ulug`bek tomonidan bajarilgan kuzatuvlar natijalari arab astronomiyaning yuqori darajada ekanligidan dalolat beradi.

Mirzo Ulug’bek

Mirzo Muhammad ibn Shohrux ibn Temur (Tarag`ay) Ulug`bek Kurag`oniy (22.03.1394 - 27.10.1449), 1409 yildan poytahti Samarqand shahrida bo`lgan Moveraunnahr hukmdori, otasi vafotidan so`ng 1447 yildan boshlab esa, bobosi, ya`ni, Oltin O`rda va Boyazid boshchiligidagi turk qo`shinlarini tor-mor etgan, Temuriylar sulolasining asoschisi buyuk Amir Temur (1336-1405) qo`lga kiritgan va Sirdaryo va Amudaryo oralig`ida joylashgan ulkan Moveraunnahr davlatining hukmdori bo`ldi. Samarqandda o`zi ma`ruzalar o`qigan oliy maktabga, ya`ni, Madrasaga asos soladi. 1417 yilda o`sha davrda tanilgan astronomlarni to`plab, 1420 yilga kelib Samarqand yaqinida o`sha davr uchun dunyoda eng katta rasadxonani qurdiradi. Bu rasadxonaning asosiy asbobi - kvadrantining yoyi radiusi 40,2 metrni tashkil etib, uning bir qismi qoya toshda o`yilgan 11 metr chuqurlikda joylashgandi. Asbobning meridian bo`ylab yo`nalgan yoyi tepalikda joylashgan diametri 48 metr va balandligi 30 metrga ega silindrik shakldagi uch qavatli binoda qurilgan bo`lib, uning o`lchami mashhur Fahr sekstantidan ikki marta katta edi. Uning yordamida tush paytda quyoshning vaziyatini 1" aniqlikda o`lchash mumkin bo`lgan. Rasadxonada undan tashqari diametri 3 metrga ega ikkita armillyar sfera, balandligi 55 metr bo`lgan gnomon va boshqa ulkan astronomik asboblar mujassam bo`lgan. Shuningdek u yerda boy kutubxona ham bo`lgan. Rasadxona ko`rinishidan ko`pgina xonalarga ega va balandligi 50 metr bo`lgan 3 qavatli silindrik bino ko`rinishida bo`lib, uning tepasidan ochiq gorizont ko`ringan.

1437 yilning yozida rasadxona xodimlari bilan birgalikda ichiga 1018 yulduzni qamrab olgan jadval tuzildi, bu Ptolemeydan keyingi navbatdagi jadval bo`lib, unda 700 yulduzning koordinatalari qayta aniqlangan va Hijriy 841 yil epoxasiga, ya`ni, Melodiy 1437 yilga keltirilgan edi. Bu jadvalni tuzishdan maqsad eski kataloglarning hatolarini aniqlash va to`g`rilashdan iborat bo`lib, u rasadxonaning 1437 - 1449 yillarda qilingan bosh ishi bo`lmish "Yangi Ko`ragon jadval", ya`ni, "Ziji - jadidi - Ko`ragoniy"ga kiritildi, uning yordamida vaqtning ixtiyoriy momentida yoritkichlarning vaziyatlarini hisoblab chiqarish mumkin edi. To`rt qismdan iborat katta "Kirish" da yangi natijalar kiritilib, nazariy va amaliy astronomiyaning asoslari, ya`ni, Ulug`bek tomonidan tuzilgan turli xalqlarning taqvimlari va ular orasidagi o`tish jadvallari bayon etilgan; amaliy astronomiya

muammolari va matematik apparat, ya`ni, Ulug`bekning trigonometrik jadvallari; Yevropa va Osiyo, chunonchi Rusiyaning ham 683 shaharlari geografik koordinatalari berilgan; musulmonlar uchun muhim bo`lgan Makkaga yo`nalishni, ya`ni, qiblaning azimutini aniqlash usullari; sayyoralarning Ptolemeycha geotsentrik nazariyasi berilgan edi. Uncha katta bo`lmagan to`rtinchi qismda an`anaga ko`ra astrologiya masalalari ko`rilgan. Bu ishning bosh o`rnini yulduzli katalog hamda quyosh, Oy va sayyoralarning harakati jadvallari o`rin olgan. Sharqda undan XVIII asrga qadar foydalanishgan. Yevropada jadvallardan parchalar ilk bor Yan Geveliy tomonidan tarjima qilingan bo`lib, 1648 yilda qisman Oksford universitetining geometriya va astronomiya kafedrasining professori Djon Grivs tomonidan qisman, 1665 yilda esa to`liq nashr qildirilgan, so`ngra, 1853 yilga kelib, Parijda "Kirish"ning nazariy qismi ham nashrdan chiqarildi. 1917 yilda AQShda Ulug`bekning yulduzli katalogi bosib chiqarildi.

Yulduzli yilning davomiyligini 365 kun 6 soat 10 minut 8 sekund deb aniqlik kiritgan, Yulian taqvimning nomukammalligini ta`kidlab o`tgan. Ekliptikaning ekvatorga og`ishini atigi 32" hatoligi (23° 30' 17"), yillik presessiyani 1,1" hatoligi (51,4") bilan aniqlagan, osmonda bahorgi tengkunlik nuqta vaziyatini qayta aniqlagan, turli yillar sanog`i va taqvimlar haqida bayon etib, ko`pgina astronomik birliklar qiymatlariga aniqlik kiritgan.

Sirtiga kumushdan yulduzlar kiritilgan bronzadan yasalgan Ulug`bekning osmon globusi ma`lum bo`lib, hozirda u Angliyadagi shahsiy antiqalar to`plamida saqlanadi.

Uning xodimi Al Qoshiy (g`iyosiddin Jamshid Ibn Ma`sud Al Qoshiy, 13 ? - 1437) rasadxonani boshqarib turgan, hisoblarda o`zining ixtirosi deb sanalgan o`nlik kasrlardan foydalangan (bizgacha "Arifmetikaga kalit" ("Mifax al hisob", 1427) kitobi yetib kelgan, biroq o`nlik kasr Hindiston va Xitoyda IV asrdayoq ma`lum bo`lgan), ildizlar chiqarish usullarini bayon etgan. Katta aniqlikda 1' qadami bilan trigonometrik jadvallarni tuzgan, ulardan 250 yil davomida foydalanilgan. Ulug`bek rasadxonasida 1 daraja sinusni aniqlanishi kub tenglamani yechimi holiga keltirilgan. Original iterasion usul bilan oltmishtalik sanoq sistemasida bir daraja sinusning qiymatini

$$\sin 1° = \frac{1}{60^1} + \frac{2}{60^2} + \frac{49}{60^3} + \frac{43}{60^4} + \frac{11}{60^5} + \frac{14}{60^6} + \frac{44}{60^7} + \frac{16}{60^8} + \frac{26}{60^9}$$

ko`rinishga keltirilgan, u 17 belgigacha to`g`ridir. Ulug`bekning trigonometrik jadvallari 10^{-9} aniqlikga ega.

Oliy musulmon diniy yig`in fatvosi bilan o`z o`g`li yollagan qotil tomonidan o`ldirilgan. Ulug`bek hoki Samarqanddagi temuriylar xilxonasi Go`r Emirga qo`yilgan. Rasadxona vayron qilingan. Uning aniq joyi samarqandlik arxeolog V.L.Vyatkin (1869-1932) tomonidan topilgan. Hozirda rasadxonaning kattagina qismi qayta tiklangan va muzeyga aylantirilgan.

O`rta asrdagi arab olimlarning astronomik tadqiqotlari hamda arablarning fan va texnikadagi yutuqlari keyinchalik Yevropada ham ma`lum bo`lib, yevropalik astronomiyaning rivojiga omil bo`ldi.

O`rta asrdagi yevropalik fan

Sharq davlatlar ertangi o`rta asrlarda (VII - XI asrlar) o`zining iqtisodiy va madaniy rivojida Yevropadan ancha ilgarilab ketgan edilar. Masalan, Beruniy Ptolemeyni tarjima qilayotgan, Yer radiusini aniqlayotgan, olamning geliotsentrik tizimi haqida fikrlayotgan bir paytda Yevropada ustida shaffof billur qopqoq yopilgan va dengiz bilan o`ralgan yassi Yer haqidagi jo`n, sodda tasavvurlar hukmron edi. Katolik cherkovning namoyandalaridan biri - muqaddas Avgustin antipodlar haqidagi tasavvurlarni bo`lmag`ur narsa deb e`lon qilgan bo`lsa, boshqa bir obruli katolik Foma Akvinskiy "Falsafa - dinning xizmatkoridir" degan tezisni ilgari surdi.

Biroq X asrdan boshlab Yevropa va Sharqning iqtisodiy va madaniy aloqalari rivojlana boshlaydi. Bunda XI asrning ikkinchi yarmidan yevropaliklarga yangi iqtisodiy, texnik va madaniy ma`lumotlarni yetkazgan mashhur bosqinchilik (salib) yurishlarining ahamiyati kattadir.

Yevropada sodir etilayotgan hunarmandchilik va savdoning rivoji iqtisodiyot va madaniyatning tiklanishiga olib keladi. Yevropada ilk bor, dastavval Ispaniyaning Kordovasida arablar tomonidan tashkil etilgan universitet, undan so`ng Italiyada, Parijda, va Angliyada universitetlar paydo bo`ladi. O`rta asrdagi Yevropa universiteti zamonaviy universitetidan ancha farqlanar edi, lekin bizning kunlarimizgacha doktor va magistr ilmiy darajalari, professor va dotsent unvonlari, bilimlarni berishning asosiy shakli sifatida ma`ruzalar, universitetni tashkiliy qismi sifatida fakulòetlar saqlanib keldi. O`rta asr universitetlarida keng tarqalgan disput ko`rinishidagi o`qitishning shakli yo`q bo`ldi, biroq hanuzgacha ilmiy munozara va seminarlar zamonaviy fanda ham, oliy maktabda ham katta ahamiyatga ega.

Ma`ruzalar (leksiyalar, so`zma-so`z o`qish, qiroat) o`rta asr universitetida majburiylik sababli, ya`ni, kitoblarning yetishmasligi va ularning narxi balandligi tufayli bilimni berishning asosiy shakli bo`lgan. Shuning uchun diniy va ilmiy ishlarning qiroatxonligi va sharhlash axborotni yetkazishning asosiy shakli bo`lgan.

Katolik cherkovlarda diniy marosimlarni o`tkazish kabi o`qitish ham lotin tilda olib borilgan. XVIII asrga qadar lotin tili xalqaro ilmiy til deb e`tirof etilgan, bu tilda Kopernik, Nyuton, Lomonosov ijod qilganlar.

Hanuzgacha yevropalik universitetlarida tantanali nutqlar lotin tilda o`qiladi, diplomlar ham lotin tilda yoziladi. Tantanali marosimlarida professorlar o`rta asrdagi doktorlik mantiya va qalpoqlarida paydo bo`ladilar. Zamonaviy fan ana shunday tarzda ilmiy taraqqiyotning bosh omillaridan biri bo`lgan birinchi universitetlar haqidagi xotirani saqlab kelmoqda.

Fanning kelajakda yashnab ketishi uchun omillardan yana bittasi texnikaning rivojlanishi bo`ldi. Tabiatshunoslikning rivojlanishida mexanik soat, ko`zoynak, kitob bosish, qog`oz ishlab chiqarishdek ixtirolar katta ahamiyatga ega bo`ldi. Sivilizasiyaning rivojida tarixi qadimgi Xitoyda boshlangan kompas yetarlicha ahamiyatni kasb etdi. II asr qo`l yozmalarida magnitlangan nayzachaning yo`nalishni ko`rsatish xususiyati haqida yozuvlar uchraydi. XI asrdayoq xitoyliklarga magnit og`ishi ma`lum bo`lgan. Arab dengizchilari XII asrdan boshlab kompasdan foydalanganlar. Yevropaga u XII - XIII asrlarda yetib

kelgan. Sivilizasiya tarixida kompasning roli nechog`lik kattaligi aynan kompas tufayligina Kolumb o`zining tarixiy ahamiyatidagi sayohatini amalga oshirishga imkon tug`ilganligidan dalolatdir. Mashhur akademik A.N.Krilov yozishicha, "Kompasning o`zi bir kichik asbob, biroq usiz Amerikani kashf etib bo`lmasdi". Shuni ta`kidlab o`tish joizki, yevropaliklardan birinchi bo`lib Kolumb magnit strelkaning og`ishini aniqlagan.

Ilmiy taraqqiyot rivojlanishining uchinchi omili antik ilmiy meros bilan tanishish bo`ldi. XII asrda Yevklidning "Asoslari", Arximed, Ptolemey va boshqa yunon asarlarining lotin tildagi o`girmalari, shuningdek, Xorazmiy va Al Haysam tarjimalari paydo bo`ladi.

Jamiyat va fan rivojidagi inqilobiy o`zgarishlarni aniqlab beruvchi asosiy faktor shu bo`ldiki, feodal jamiyat ichidan feodalcha ishlab chiqarish munosabatlardagi ziddiyatlarni ko`rsatib bergan va jamoa yashashning yangi shakllarini hamda yangi fanni talab etgan yangi ishlab chiqaruvchi kuchlar yetilib chiqdi. Ungacha esa, universitetlarda tamoyiliga ko`ra fanga qarshi bo`lgan sxolastik fan muomalada edi, bu tamoyilga ko`ra haqiqat Muqaddas Yozmada hamda diniy peshvolar ishlarida kashf etilgan (unga cherkov ehtiyojlariga moslashtirilgan Aristotel ham kiritilgandi), olimlarning vazifasi esa, shu haqiqatni o`rganish va sharhlashdan iborat deb hisoblangan.

Erkin, mustaqil fikr shavqatsizlarcha bostirilgan shunday sharoitlarda fanning rivojlanishi og`ir kechdi. Bu davr fan tarixiga "turg`unlik davri" sifatida kirdi. Biroq, shunday sharoitlarda ham yashab ijod qilgan, umumiy darajadan yuqoriroq turib bilimning yangi yo`llarini axtargan insonlar bo`lgan. Ana shundaylardan biri mashhur rohib Rodjer Bekon (1214 - 1294) edi. Bekon Angliyada tug`ilgan, Oksford va Parij universitetlarida taxsil olgan, 1250 yilda rohiblikga qabul qilingan. Oksfordda ilmiy tadqiqotlar bilan shug`ullangan. Fikrlashning mustaqilligi uning boshiga mushkulliklar keltiradi, dinsizlikda ayblanib qamaladi. Ozod etilgandan so`ng u Fransiyaga ketadi, biroq u yerda ham quvg`inlikga uchraydi, yana qamaladi va qamoqdan qarib churiganda ozod etiladi. Bekon, olimning ishi faqat diniy peshvolarning ishlarini sharhlashdan iborat emasdir, deb ta`kidlaydi. Uning fikricha, fan nazariy xulosalarni isbotlovchi qat`iy argument va aniq tajribaga suyanishi lozim. Bekon nodon tarjimonlar orqali buzib o`girilgan Aristotel kitoblarini barchalar orqali ilohiylashtirilishiga keskin qarshi chiqqan.

Bekon tajribaning ulkan ahamiyatini ta`kidlash bilan cheklanib qolmaydi. Uning o`zi ham kimyoviy, optik, fizik tajribalarni hamda astronomik kuzatuvlarni o`tkazgan.

Bekon obskura kamerasining ishlash tamoyilini, qavariq linzalarning kattalashtirish xususiyatlarini bilgan, botiq ko`zgular parallel dastalarni ko`zgu markazi bilan cho`qqisida joylashgan nuqtaga fokuslashini topgan, optik asboblarning qurilish imkonini avvaldan bashorat qilgan. U kamalak hodisasini billurda, shudring va suv tomchilarida nurning sinishi tufayli hosil bo`ladigan rangli jilolari bilan taqqoslab tushuntirishda bir qadam oldinga tashladi. Bunda u nurning suv tomchilariga tushayotgan yo`nalish bilan ko`zga tushayotgan akslangan kamalak jilosi yo`nalishi orasidagi burchak 42° tashkil etishini aniqlagan.

R. Bekon

Bekonning kichik zamondoshi Vitello (XIII asr) optikaga doir "Perspektiva" kitobining muallifi bo`lgan. U ham kamalakni tadqiq etgan va u aloxida-aloxida suv tomchilarida nurning sinishi tufayli hosil bo`ladi degan xulosaga kelgan. Yomg`ir tomchisida kamalakni hosil qiluvchi nur yo`lini rohib Freyburglik Ditrix (Teodorix) to`g`ri tasvirlab bergan. Shunday qilib, XIII asrda kamalak jilosi ko`pgina tadqiqotchilarni o`ziga jalb etgan. qo`shib o`tish joizki, XIII asr oxiriga kelib ko`zoynak ixtiro qilindi.

XIII asr umuman ma`naviy hayot jonlanishi bilan xarakterlanadi. Bu asrda Bekondan tashqari zamonaviy g`arb falsafasida idealistik falsafasi keng tarqalgan mashhur Foma Akvinskiy; idealistik nazariyada umumiy tushunchalar mavjudligiga qarshi chiqqan Vilãelì Okkam; optika bilan shug`ullangan Robert Kattaboshli kabi insonlar ijod qilganlar. Bu o`rinda harbiy lagerda "Magnit haqida maktub"ni (1269) yozgan shahs Pyotr Peregrin - ritsar Pyer Marikur qiziqarlidir.

Kitobda muallif qaysi belgilar bo`yicha yaxshi "magnit tosh"ni tanlab olish, magnit qutblarini qanday aniqlash mumkinligini ko`rsatadi. Barcha bu amaliy ko`rsatmalar Marikur tabiiy magnitlarning xossalarini yaxshi bilishidan, magnitni qo`llashda katta tajribaga ega ekanligidan dalolat beradi. Marikur magnitning turli qutblari tortilishini, bir xilligi esa, itarilishini ko`rsatuvchi tajribani o`tkazishga ko`rsatma beradi.

Pyer de Marikur suzib yuruvchi magnitning shimolga, "dengizchilarning yulduziga, chunki u qutbga yaqin joylashgan..." ko`rsatish xususiyatini tasvirlab bergan. Undan so`ng Peregrin, agar uzunchoq butun magnitni ikkiga sindirib olinsa, ikkita qutbga ega ikkita magnit hosil bo`lishini ko`rsatadi.

Asarining ikkinchi qismida Marikur "gorizontdagi quyosh, Oy va ixtiyoriy yulduzning azimutini aniqlashga imkon beruvchi" magnit asbob konstruksiyasini, shuningdek, magnitga ega abadiy dvigatel loyihasini tasvirlaydi. Pyer de Marikur risolasi magnetizmning ertangi tarixida sezilarli belgi bo`ldi. "Maktub"dan xatto bir necha yuz yil o`tgandan so`ng ham magnit tosh haqida tarqalgan fantastik hikoyalar fonida Marikur asari magnetizm yuzasidan o`tkazilgan birinchi bor jiddiy tajribaviy tadqiqot bo`lib qo`rinadi, Marikurning o`zi esa, xulosalarini tajribalar asosida qurgan tajribachi olim sifatida gavdalanadi. "Maktub"da Marikur bizga yetib kelmagan "Ko`zgular ta`siri haqida" asarini tilga oladi, bu esa, u nafaqat magnit, balki optika bilan ham shug`ullanganligidan dalolat beradi.

Marikurning tahallusi "Peregrin" bo`lib, "sayohatchi" ma`nosini anglatadi, u ko`p sayohat qilgan va, ehtimol, Sharqda ham bo`lgan.

XIV asrda reaksion harakat boshlanadi. Cherkov tomonidan dinsizlarga qarshi kurash kuchayadi, qiynoqlar joriy etiladi. Atomistlar kabi atomlarning qo`shilishi va ayirilishdan boshqa hech narsa yo`q deb ta`kidlagan Otrikurlik Nikolayning ta`limoti ta`qiqlanadi va asari yoqib yuboriladi. U o`zining ta`limotidan voz kechishga majbur bo`ladi. Shuningdek, cherkov ikki xil bilishning yo`li mavjud, biri ilmiy, ikkinchisi diniy, va ilmiy o`rganish uchun erkinlikni talab etgan Vilãelì Okkam ta`limotini ham ta`qiqlab qo`yadi. Shunga qaramay, XIV asrda hayot bir joyda qotib qolmadi. Texnikaning rivoji davom etaverdi, Parijda, Germaniyada, Moskvada minorali g`ildirakli soatlar paydo bo`ladi. 1440 yilda Iogann Guttenberg (1400 - 1468) aloxida o`yib olinadigan harflar bilan kitob bosishni ixtiro qiladi. Sivilizasiya va fan rivojlanishida yangi davr boshlandi.

III BOB. GELIOTSENTRIK TIZIM UCHUN KURASH

Tarixiy sharhlar

XV asr o`rtalaridan boshlab Yevropaning iqtisodiy, siyosiy va madaniy rivojida yangi belgilari yaqqol namoyon bo`ladi. Shaharlarning o`sishi, hunarmandchilik (sanoat) ishlab chiqarishning qishloq xo`jaligidan ajralib chiqishi natural xo`jalikning yemirilishiga olib keldi, savdo-sotiq rivojlandi, pulning ahamiyati oshdi, yangi jamiat kuchlari, ya`ni, savdogarlar, bankirlar, boy hunarmandlar ya`ni, burjuaziya paydo bo`ldi. Ishlab chiqarishning o`sishiga manfaatdor burjuaziya ishlab chiqarishdagi o`zgarishlarni texnik va tashkiliy tomondan rag`batlantirardi, birinchi manufakturalar paydo bo`ldi. Feodallarcha tartiblar sanoat va savdo-sotiqning rivojlanishiga to`sqinlik qilar, burjuaziya feodallarning mahalliy injiqliklariga qarshi turaoladigan kuchli davlatga muhtoj edi, va Yevropada milliy davlatlarning shakllanish jarayoni boshlanib ketdi. Bir vaqtning o`zida feodallarning hukmdorligiga va boy shaharliklarning talablariga qarshi qaratilgan huquqsiz dehqon va shaharliklarning noroziligi ortib bordi. Diniy, g`oyaviy tusga ega bu g`alayonlar cherkovning ma`naviy diktaturasiga ham qarshi chiqish edi. Germaniyada, Shveytsariyada, Angliyada, Fransiyada keng miqyosda protestantlik harakati boshlanib ketdi, natijada katolitsizm diktaturasi ancha chekindi.

Bunday keskin siyosiy sharoitda yangi dunyoqarash va yangi tabiatshunoslik tug`ilmoqda edi. Yangi fanni bunyodga keltirgan tarixiy davrni ta`riflar ekanmiz, natijada dunyo bo`yicha savdo-sotiqni yo`lga qo`yishga va keyinchalik yirik zamonaviy sanoatga asos bo`lgan mayda hunarmandchilikning manufakturaga aylanishiga imkon bergan ulkan geografik kashfiyotlarni ko`rsatib o`tish joizdir.

Bosqinchi yurishlar va turklar Vizantiyani bosib olganlaridan so`ng tadbirkor yevropaliklarni, ayniqsa sharq madaniyati bilan xammadan avval yaqindan tanishgan Pireney xududlarda yashovchilarni Sharqning ertaknamo boyliklariga yo`l topishdek fikrlar band eta boshladi. Genuyalik Kolumb ispan qiroli nomidan g`arb tomondan Hindistonga botirlarcha yurishga jazm qildi. 1492 yildagi Kolumbning sayohati Kolumb o`zi Hindiston deb taxmin qilgan yangi yerlarning ochilishiga olib keldi. Undan keyingi sayohatchilar bu joy Yangi Yer

ekanligini isbotladilar va sayohatchilar birining, ya`ni, Amerigo Vespuchchi nomiga bag`ishlab, Amerika deb atadilar.

1519 - 1522 yillarda Ferdinand Magellan ekspeditsiyasi birinchi bor Yerni aylanib chiqdi, shu bilan birga tajribada Yerning sharsimonligini isbotladi hamda uni kosmik jins sifatida kashf etdi. Magellandan so`ng Yer haqidagi eskirib qolgan o`rta asrlik tasavvurlarni tutib turish imkoni qolmadi. Magellan Koinot haqida yangi tushunchalarga yo`l ochib berdi va bu tushunchalardan birining ko`rinishida Nikolay Kopernik bildirgan g`oyasi bo`ldi. Bu tushunchalar nafaqat geografik kashfiyotlar bilan tayyorlandi. XV asrdayoq tabiatning tushunishiga yangicha yondoshishni targ`ib etgan insonlar paydo bo`lgan edi.

XV asrning ikkinchi yarmidan boshlab tarixiy sahnaga italyan Tiklanishning buyuk rassomlari Mikelandjelo, Leonardo da Vinchi, Rafael va boshqalar; diniy reformatorlar Lyuter va Kalvin; buyuk gumanistlar Tomas Mor, Erazm Rotterdamskiy, Fransua Rable va boshqalar; jasur sayohatchilar Kolumb, Vasko da Gama, Magellan va boshqalar; olimlar Nikolay Kuzanskiy, Tartal`ya, Kardano, Ramus, Kommandino, Teleziy, Gvido Ubaldi, Porta chiqadilar. Nomlarning ro`yxatini davom ettirish mumkin. Donishmandlardan biri "Davr ... daholarga ehtiyoj sezgan edi va ... fikrlash kuchi, qiziqishi, qalbi, har tomonlama yetuk va bilimdon daholar tug`ildi" deb yozgan va birinchilar qatori Leonardo da Vinchining nomini tilga olgan, chunki u nafaqat buyuk rassom, balki buyuk matematik, mexanik va muhandis ham bo`lgan hamda fizikaning turli sohalarida muhim kashfiyotlar qilgan insondir.

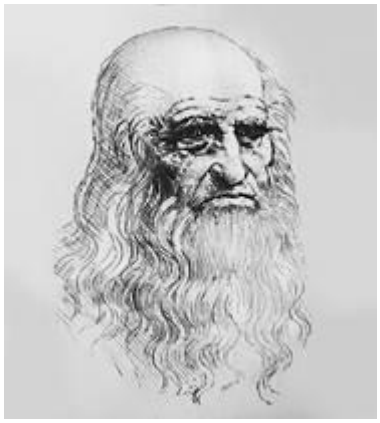
Leonardo da Vinchi 1452 yilda Vinchi deb nomlangan kichik bir shaharcha yaqinida tug`ilgan, florensiyalik rassom Verokkio qo`lida rassomchilik hamda haykaltaroshlikni o`rgandi. 1472 yildan 1482 yilgacha u Florensiyada, undan so`ng esa Milanda yashab ijod qildi, u yerda o`zining mashhur "Sirli kecha" asarini yaratdi. 1499 yilda Leonardo Florensiyaga qaytadi, 1506 yilda esa yana Milanga qaytib ketadi. 1512 yilda Leonardo Rimga ketib, papa saroyida ishlaydi. Rimda uning mashhur "Jokonda"si yaratildi. 1516 yilda fransuz qiroli taklifiga ko`ra Fransiyaga ketadi, u yerda 1519 yilda vafot etadi.

Leonardodan juda ko`p miqdorda qoralama va loyihalar qolgan. Ularni u to`g`ri yozuvga ko`zguli yozuvlarni aralashtirib yozib kelgan. Ko`p so`zlar qisqartirilgan va boshqa so`zlarga qo`shib yozilgan. Bu narsa uning yozuvlarini o`qishni juda qiyinlashtirardi. Ularni faqat XIX asrda o`qishga muvaffaq bo`lishdi va 1881 - 1891 yillarda Leonardodan qolgan qo`lyozma merosining oltita tomi bosilib chiqdi.

Professor Venturi fizika-matematikaga doir Leonardoning qo`lyozmalarini tahlil qildi va natijalarini 1797 yili Fransuz Fanlar Akademiyasi qoshidagi Milliy institutiga havola etdi. Venturi Leonardoning ilmiy merosini yuqori baholagan va uni "hozirgi paytda to`g`ri usuldan foydalangan holda fizika va matematika fanlari bilan shug`ullanganlarning ichida rahbar etib tayinlash darkor" deb hisoblagan.

Leonardo juda aniq tarzda yangi tabiatshunoslikning asosiy usullarini, ya`ni tajriba va matematik tahlilni bayon etgan. Maxsus mexanika haqida gapirganda Leonardo "Mexanika matematika fanlarning jannatidir, u orqali matematik ko`rinishdagi hosil olinadi" deb ta`kidlaydi. U "Menimcha, tajriba bilan

tug`ilmagan fanlar bo`m-bo`sh va chalkashliklarga to`ladir... Agar biror fanga matematik fanning birontasi tadbiq etilmasa va matematikaga aloqador bo`lmasa, u fanga ishonch yo`q" deb yozadi.



Leonardo da Vinchi

Shunday qilib, Leonardo haqiqatdan ham zamonaviy tabiatshunoslikda Galiley, Dekart, Kepler, Nyuton va boshqa asoschilarining ajdodidir. U birinchilar qatori yangi usulni targ`ib qilib konkret masalalarni yechishga, xususan, harakatni o`rganishga tadbiq etib sxolastika usuliga qarshi kurash boshlaydi. Harakat saqlanishi uchun kuch talab etiladi degan Aristotel ta`kididan farqli ravishda Leonardo "Har qanday harakat o`zini saqlashga harakat qiladi, yoki, boshqacharoq, har qanday jism uni harakatga keltiruvchi kuch tugamaguncha mudom davom etaveradi" deb yozadi. "Uning yurishini hosil qilgan kuchning tabiati tugamaguncha har qanday harakat to`g`ri chiziq bo`ylab yugurishini davom ettiraveradi".

Bu hali inersiyaning kashfiyoti ham, inersiya qonunining formulirovkasi ham emas, biroq kundalik kuzatuvlardan chiqarilgan aristotelcha xulosa ham emas. Leonardo harakat tabiatini tushunib borishda navbatdagi qadam qiladi va tabiatda inersiya va inersial harakatning mavjudligini qayd etadi, uni "majburiylik tabiati"ga xos deb taxmin qiladi. "Majburiylik to`rtta narsadan, ya`ni, og`irlik, kuch, harakat va urinishdan iborat" deb yozadi Leonardo.

Leonardo yozuvlarida o`rta asrdagi sxolastlarga xos og`irlik, yengillik, "ma`naviy qobiliyat" misoli kuch haqida bir talay fikrlar uchraydi. Biroq, u konkret narsalar, masalan, bombardlar, o`zotar o`qlar harakati, suv va havo oqishi haqida fikrlaganda unda o`z rivojlanishida mexanikaning asosiy tushunchalariga olib keluvchi g`oyalar paydo bo`ladi. Leonardo, Galiley va Nyuton mexanikasi artilleriyachi, qurolsoz, kemasoz, dengizchilarning yangi amaliyotlarini umumlashtirdi.

Leonardoning kuzatuvchanligi va fizik fikrlashning o`tkirligi unga qiziq kuzatishlarni o`tkazishga va bir qator qoida va masalalarni ishlab chiqishga imkon berdi. Masalan, u tovush va suv to`lqinlarning bir-biriga halaqit bermasdan tarqalishdek muhim xususiyatini, ya`ni, superpozitsiya tamoyilini qayd etadi: "Garchi bu havoga o`tuvchi tovushlar xalqa bo`ylab o`zining sababchisidan tarqalsada, shunga qaramay turli nuqtalardan tarqalayotgan xalqalar bir-biri bilan uchrashadi ... va markaz sifatida o`z sababchisini qoldirgan holda biri birining ichidan o`tib ketaveradi".

Mana Leonardoning yana bitta muhim kuzatuvi: "Rimini bulog`ida ko`rganimdek, turli cho`qqilardan garmonik musiqani yaratish mumkin ekan, buni men 1502 yili 28 avgustda ko`rganman".

Deyarli 200 yil o`tgandan so`ng xuddi shunday kuzatuvni Gyuygens ham yozadi. Uni XIX asr oxirida oq rang tabiati haqidagi munozarada eslashadi, biroq Leonardoning avvalgi kuzatuvi haqida xotiradan chiqarishadi. Bu, albatta, tabiiy.

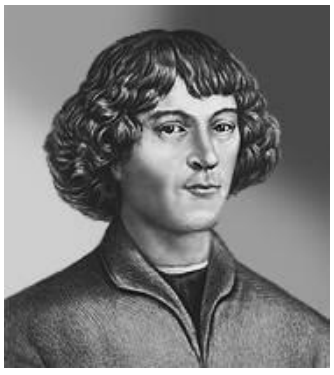
Leonardoning shifrlangan yozuvlari o`z vaqtida fan hayotiga kirib kelmadi va uning boy merosi ilmiy rivojlanish yo`lida xizmat qilmadi.

Kopernikning ilmiy inqilobi

Tabiatshunoslik o`zining mustaqilligini ma`lum qilgan inqilobiy akti tabiat masalalarida cherkov obrusiga putur yetkazgan Kopernikni o`lmas asarining chiqishi bo`ldi. Shu yerdan tabiatshunoslikning teologiyadan ajralgan sanasi boshlanadi. Kopernik asarining nafaqat tabiatshunoslik tarixida, balki dunyo madaniyati tarixida o`ynagan roli juda ulkandir.

Geotsentrik nuqtai nazar insoniyatning uzoq yillik tajribasiga tayangan edi. Inson yer xaydagan, shaharlar qurgan va Yer fazoda juda katta tezlik bilan harakatlanayotganini hayoliga ham keltirmagan. U har kuni quyoshning chiqishini va botishini, Yer atrofida yaqqol ko`rinib aylanayotgan yulduzlarning sutkalik harakatini kuzatar. Pifagoriylar va Samosalik Aristarxning dohiyona topilmalari bu kundalik tajribaga zid kelardiki, insonlarning xotiralarida chuqur iz qoldiraolmasdi, aksincha, geotsentrizm tarafdorlarining mavqelarini mustahkamlab borardi. Ustiga-ustak, ildiz otgan bu dunyoqarash cherkov obrusi tomonidan muqaddas deb qonuniylashtirilgan edi.

Yangicha dunyoqarashning tarafdorlariga ko`p asrlik an`anaga qarshi chiqish uchun juda ulkan jasorat zarur edi. Bunday chiqish dunyoqarashda haqiqiy inqilobiy tusga ega bo`ldi.



N. Kopernik

Nikolay Kopernik 1473 yilda Visladagi polyak Torun shahrida tug`ildi. U avval Krakov universitetida, undan so`ng Bolonÿ va Paduyada taxsil oldi, u yerda huquq va tibbiyotni o`rgandi. Bir vaqtning o`zida Kopernik katta qiziqish bilan matematika, astronomiya bilan ham shug`ullandi, astronomik kuzatuvlar olib bordi. Italiyada bo`lgan o`n yil ichida doktorlik darajani olgan Kopernik vataniga har tomonlama bilimdon olim sifatida, matematika, astronomiya, huquqshunoslik, tibbiyot, yunon va boshqa yangi tillardagi keng bilimlari bilan qaytib keldi. 1512 yildan boshlab, Varmiyaning bosh shahri Fromborkda kanonik ruhoniy lavozimini egallaydi va o`zining yeparxiyasida nafaqat diniy, balki xo`jalik, diplomatik va harbiy ishlariga ham rahbarlik qiladi. Tevton ordeni bilan urush davrida u Oløtin mudofaasiga rahbarlik qildi, pul tizimining loyihasini ishlab

chiqdi, Fromborkdagi vodoprovodni qayta ta`mirlatdi, betoblarni davoladi, qozilik qildi va h.k. Shunday sharoitlarda ham u ilmiy mashg`ulotlarini tashlamadi va matonat bilan o`z ishining ustida ishladi.

1530 yilda u o`zining nazariyasidagi asosiy shartlarini "Kichik Kommentariy" deb nomlangan qo`lyozma asarida bayon etdi. Yangi ta`limot haqidagi ma`lumot papa doiralariga ham yetib bordi va 1536 yili kardinal Shonberg sayyoralarning vaziyatini hisoblash uchun jadvallar va nazariyaning batafsil bayonini yuborishini iltimos qilib Kopernikga murojaat qiladi. Biroq, yangi ta`limotning birinchi adepti Vittenberg universitetining professori Georg Ioxann Retik bo`ldi. Vittenberg protestant shahar edi, Retikning o`zi Syurixda taxsil olgan, shunday qilib, katolik tomonidan yaratilgan yangi ta`limotning tarqalishida protestantlarning ahamiyati katta bo`ldi. 1539 yilda Gdanñkda Retik tomonidan ishlangan Kopernik tizimining batafsil bayoni bosib chiqarildi. Retik Kopernikga o`z ishini nashrdan chiqarishga qayta-qayta murojaat qiladi, va nihoyat, qo`lyozmani bosmadan chiqarish uchun oladi. U ishni katta bosmaxonasi mavjud bo`lgan Nyurnbergda bosishga qaror qiladi. 1542 yil bahorida shahsan o`zi ish qanday ketayotganini kuzatib turish uchun Nyurnbergga keladi. Ishning tugashini kutaolmasligi tufayli u ishni oxirigacha yetkazishni nyurnberglik matematik va lyuteranlik dindor Osianderga yuklaydi. Kitob Kopernikga u og`ir betobligida, o`limidan bir necha kun oldin ko`rsatiladi. Kopernik 1543 yili vafot etadi. Uning buyuk asari o`zining o`lmas ishini yaratuvchisining o`limidan so`ng davom ettirdi.

Kopernik o`zi yaratgan nazariyasining Muqaddas Cherkov tomonidan tasdiqlangan dogmalarga qarshi inqilobiy kuchini yaxshigina sezardi. Shu bilangina asarini bosib chiqarishda uzoq davom etgan ikkilanishlari hamda papa Pavel III ga murojaat qilingan "har ehtimolga qarshi" yozgan so`zboshini izohlash mumkin. Bu so`zboshida u o`zining ikkilanishlari, kardinal Shonberg va yepiskop Gizelarning iltimoslari haqida hamda Yer harakatiga doir fikrlarni Aristotel shog`irdi Sirakuzalik Riket, pifagoriyalik Filolay va Ekfant va boshqa qadimgi donishmandlar tomonidan bildirganliklarini yozadi (Aristarxni Kopernik tilga olmaydi).

Osiander ham Kopernik nazariyasining inqilobiy mohiyatini yaxshi tushunardi, shuning uchun u kitobga oqlovchi so`zboshi qo`shdi, biroq bu so`zboshining xavfli tomoni mavjud edi. Osiander Kopernik nazariyasini sayyoralar harakatini hisoblashda qulaylik yaratish uchungina foydalaniladigan matematik gipoteza deb e`lon qildi. U "bu gipotezalar to`g`ri yoki ehtimol bo`lishi shart emas, eng muhimi, hisoblash natijalari kuzatuvlarga mos kelsa bo`lgani..." deb ta`kidlagan edi. Osiander "Fan ko`rinma notekis harakatlarning hech qanday sabablarini umuman bilmaganligi"ni ro`kach qilib, astronom yaxshiroq va eng oson gipotezadan foydalangan deb yozadi. "Faylasuf, balkim, nisbatan ehtimoli kattaroq narsani talab etishi mumkin, lekin, ollohning irodasisiz ikkalovi ham biror narsani kashf qilishi yoki bizga biror narsa berishi mushkuldir". Shunday qilib, Osiander o`zining "oqlovchi" so`zida shunchalik darajaga bordiki, fanni haqiqatni bilishlikdan ham maxrum etdi va haqiqatni tasavvurlash uchun gipotezalarni o`ylab chiqarishgagina huqukini qoldirdi. Haqiqat esa faqatgina ollohning

irodasiga bog`liq. Bu so`zboshi tufayli tabiatni ilmiy bilishlikning materialistik va idealistik tushunchalari orasida uzoq davom etgan kurash boshlandi.

Kopernikning "Osmon sferalarining aylanishi haqida" asari oltita kitobdan iborat. Titul varag`ida kitobxonga murojaati yozilgan bo`lib, unda muallif "qadimgi va zamonaviy kuzatuvlar asosida olingan hamda yangi va g`aroyib nazariyalarga ko`ra rivojlantirilgan" yulduzlar va sayyoralar harakati ko`rib chiqilganligini ta`kidlaydi. Shunday qilib, murojaatnoma kitobni kuzatuvlar va yangi nazariyalar asosida tuzilgan sayyoralarning harakat "jadvali" sifatida tavsiya etadi.

Papa Pavel III ga qaratilgan murojaatida Kopernik kuzatuv natijalari mos kelmagan va olam tuzilishining yaxlit manzarasini bermaydigan epitsikl nazariyasini tanqid qiladi: "Ular (ya`ni, geotsentrik nazariyalarning mualliflari) olam shaklini hamda uning bo`laklarining o`lchovdoshlarini aniqlay olmadilar...". Kopernik yozadiki, "faylasuflarda olam mexanizmi yurishining hech qanday pishiq nazariyasi yo`qligiga jahlim chiqaboshladi...". Olamning mexanizmga o`xshatishi uning asosiy g`oyasini, ya`ni, quyosh tizimining sodda modelini, uning kinematik mexanizmini yaratishdek maqsadini anglatadi. Shunday mexanizmni u barcha sayyoralar, shu jumladan, Yer harakatini ham quyoshga taqqoslashdan topdi. Kopernikning bu qadami haqiqatdan ham inqilobiy ahamiyatga ega edi. Yerni sayyoralar oilasining oddiy a`zosiga aylantirib, u aristotelcha va cherkov qoidalarida ta`kidlangan Yerdagi va osmondagi narsalarning qarama-qarshiligi va kundalik hayotiy tasavvurlari orasidagi aloqani uzdi.

Bitta inqilobiy qadam tashlagan Kopernik ikkinchi qadam tashlashga ham majbur edi. Yerning harakati qo`zg`almas yulduzlar sferasidagi ko`rinma tasviriga ta`siri sezilmaganligi tufayli bu sfera Yer orbitasi o`lchamlariga nisbatan juda ulkan deb qabul qildi. Olam markazidan Yergacha "... o`lchab bo`lmas darajada juda kichik, ayniqsa, qo`zgalmas yulduzlar sferasiga nisbatan" deb ta`kidlaydi Kopernik. Koinotning o`zi Yerga nisbatan cheksiz katta: "... Osmon Yerga nisbatan o`lchab bo`lmas darajada katta va cheksiz ulkan kattalikni tashkil etadi...". Biroq Kopernik bu cheksizlikni ham mutanosibligi haqida o`ylaydi va Yer bilan Koinotning nisbatini atomning jismga nisbati bilan taqqoslaydi. Atomlar sezgi organlarimizga sezilmas, bir necha atom ko`rinma jismni tashkil etaolmaydi, "shunday bo`lsada, bu zarrachalarni shunday ko`paytirish mumkinki, ular sezilarli jismni tashkil etishlari mumkin" deb yozadi Kopernik.

Shunday tarzda kosmos haqidagi ta`limot uning fikrini materialistik atomistikaga qaratadi. Shuningdek, bu ta`limot, xoxlasa-xoxlamasa, harakat nisbiyligi tasavvuriga, fizik relyativizmga olib kelardi. "Bizga tasvirlanayotgan joyning har qanday o`zgarishi kuzatilayotgan jismning yoki kuzatuvchining harakati, yoinki, ikkalasining ham siljishlardagi farqlaridan sodir etiladi, chunki bitta narsaga nisbatan bir xilda siljiyotgan jismlarning harakatini sezib bo`lmaydi". Kopernik boshqa joyda harakat nisbiyligi masalasiga qaytadi: "Kema osuda obi-havoda harakatlanayotganda undan tashqaridagi barcha narsalar dengizchilarga harakatlanishning aksi bo`lib tuyuladi, kuzatuvchilar esa yonlaridagilar bilan o`zlarini harakatsiz deb hisoblaydilar. Shubhasizki, xuddi shunday hodisa Yer

harakatida ham kuzatiladi, natijada biz butun Koinot Yer atrofida aylanayapti deb o`ylashimiz mumkin".

Shunday qilib, kinematik jihatdan kuzatuvchi va kuzatilayotganning harakatlari teng huquqlidir va ularning ixtiyoriysini qo`zg`almas deb hisoblash mumkin. Xuddi shunday, Yer va Koinotning harakatlari ham teng huquqlidir, va bu narsa Yerning ko`rinma asriy qo`zg`almasligini tushuntiradi. Biroq, astronomik va falsafiy fikrlar Kopernikni Yer qo`zg`almasligi faqat ko`rinma, real sharoitda esa, uning quyosh atrofida harakatlanishini tan olishga majbur etadi. Keyinchalik bu g`oyalarni Galiley nisbiylikning mumtoz tamoyilini ta`riflab batafsil rivojlantiradi.

Bu yerda tarix bizni harakat nisbiyligi va Koinotning cheksizligi ta`limotidagi Kopernikning ajdodini eslashga undaydi. Bu - italiyan olim kardinal Nikolay Kuzanskiy (1401 - 1464) edi. Kuzanskiyning asarlari uning vafotidan so`ng, ya`ni, 1515 yilda, Kopernik hayotligida chiqarilgan bo`lib, ehtimol, ularni ko`rgan bo`lishi mumkin. Asarlardan birida "... Biz uchun Yer harakatlanayotgani ravshan, biroq biz uni sezmaymiz, chunki harakatni biror qo`zg`almas narsaga nisbatan payqashimiz mumkin. Agarda kimdir daryo o`rtasidagi qayiqda o`tirgan bo`lsa, suv oqayotganligini bilmasa va sohillarini ko`rmasa, qayiqning harakatlanayotganini u qaerdan bilsin?..." degan yozuvlarni o`qiymiz.

Nikolay Kuzanskiyning kosmos haqidagi fikrlarida Koinot cheksiz va undagi barcha nuqtalari teng huquqli hisob boshi nuqtalari bo`lib gavdalanadi. Kopernik ko`psonli teng huquqli hisob boshi nuqtalardan bittasini, ya`ni, quyoshni, aniqrog`i, quyosh markazini tanlaydi va sayyoralar doiraviy orbitalar bo`ylab harakatlanishini tasavvurlab, quyosh tizimi modelini tuzadi. Bunday konkret model amaliy kuzatuvlar orqali tekshirilishi ham mumkin edi. Nikolay Kuzanskiyning falsafiy g`oyalarini Kopernik fakt va sonlar tiliga ko`chirdi. Kitoblarining ko`proq qismi qadimdan inson kuzatib tadqiq qilgan Koinotning ko`rinma qismiga taalluqli jadval va hisoblardan iboratdir.

Olamning geliotsentrik tizimi uchun kurash. Djordano Bruno. Kepler

Kopernik kitobining ahamiyati shundan iborat ediki, u fan oldida bir qator muhim muammolarni qo`ydi. Astronomiya oldiga yangi nazariyaning amaliy kuzatuvlarga mos tushishini tekshirish masalasini tashladi. Sayyoralar harakati kuzatuvlarini aniqlash va bu kuzatuv natijalari Kopernik modeliga mos tushadimi yoki yo`qmi degan savolga oydinlik kiritish lozim edi. Mos tushmagan taqdirda uning sabablarini, ya`ni, xatoliklar nazariyaning noto`g`riligidanmi, yoki nazariyaning o`zi umuman olganda to`g`ri, lekin ayrim joylariga tuzatishlar kiritish lozimligini aniqlash kerak edi.

Astronomik fanning eksperimental va matematik vositalarining u davrdagi ayanchli axvolida bu masalaning yechilishi astronomlardan juda katta kuchni talab etardi. Astronomlar yoritkichlarni vizir, dioptr, aniqligi kichik bo`lgan jo`n burchak o`lchov asboblardan foydalangan holda qurollanmagan ko`z bilan kuzatishardi. Kuzatuv natijalarini matematik qayta ishlash uchun nafaqat hisob mashinalar, balki oddiy arifmetik texnika ham yo`q, hali o`nlik kasr va logarifmlar noma`lum, ular faqatgina XVII asrda paydo bo`lgan bo`lsada, muomalaga asta-

sekinlik bilan kirib borgan edi. Teleskop va shunga o`xshash kuzatuv quvurlar o`sha XVII asr davrida paydo bo`ldilar. Uzunlamalarni aniqlash uchun astronomlarda yetarli aniqlikdagi soatlar mavjud emasdi. Astronomik fan ham, navigasion amaliyot ham optik asboblarga, aniq yuradigan soatlarga, yangi hisoblash vositalarga muxtoj edi.

Kopernik nazariyasining kinematik chizmasi ham fizik asoslanishiga muxtoj edi. Tabiiy holda "olam mashinasi" yaxlitligini, quyoshni sayyoralar bilan, Yerni Oy bilan nima tutib turishi mumkin, degan savol tug`ilardi. Sayyoralar harakati va umuman harakat o`zining fizik sabablari nimadan iborat? Astronomiya mexanikaga muxtoj edi, biroq qadimgilarga ma`lum bo`lgan mexanikaning statika qismiga emas, balki yangi mexanikaga, ya`ni, harakat mexanikasi, dinamikaga muxtoj edi. Bu yangi mexanikaning rivojlanishi uchun esa, yangi, dinamik matematika zarur edi.

Shunday qilib, Kopernikning buyuk kashfiyotidan ilmiy dastur paydo bo`ldi, uning amalga oshirilishi eksperimental va matematik tabiatshunoslikning, va birinchi navbatda, mexanika va optikaning yaratilishiga olib kelindi. Biroq, bu ilmiy masalalardan tashqari boshqa masalani, ya`ni, cherkov tomonidan dogmalarga aylantirilgan va o`rnashib qolgan an`analarni yengib o`tish masalasini ham hal qilmoq zarur edi. Yangi nazariyaning nafaqat tarqatuvchilari, balki qotib qolgan dogmalarni tag-tomiri bilan qo`porib tashlashga qodir targ`ibotchilari zarur edi. Kopernik nazariyasini cherkov reformatori Lyuter, materialist faylasuf Frensis Bekon, yirik astronom Tixo Brage kabi o`z davrining yetakchi insonlarning ayrimlari ham tan olmasdilar. Ustiga ustak, bu nazariya yaratilib ulgurmasdanok unga katolik cherkov shubha bilan qaraydi. Protestantlarning yutuqlari tufayli bezovtaga tushgan katolik cherkov "dahriy"larni shavkatsizlarcha quvg`inga uchratgan inkvizitsiyani mustahkamlab, o`zga fikrli kishilarga qarshi kurashini kuchaytirdi. "Kontrrevolyutsiya"da 1540 yilda ispan dvoryan Ignatiy Loyola tomonidan ta`sis etilgan iyezuitlar ordeni katta rol o`ynadi. Kurashning iyezuitcha usullari va ommaga ta`sir o`tkazaolishi tamoyilsiz makkorlik va manfurlik belgisi sifatida namoyon bo`ldi. Ordenga kirgan a`zolari ichida olimlar ham, pedagoglar ham bo`lgan. Kopernik nazariyasiga qarshi kurashda iyezuitlar katta rol o`ynadilar.

Kopernik sistemasi uchun kurash mushkulligi tufayli yangi ta`limot fanga birdaniga kirib kelaolmadi va ilmiy dasturning amalga oshirilishi anchaga cho`zilib ketdi. Tarixda ilm yo`lida qurbon bo`lgan Jordano Bruno nomi abadiy saqlanib qoldi. Yozuvchi, shoir, olim, qobiliyatli suxandon va ma`ruzachi bo`lgan bu ajoiyb inson shunday notinch g`alayonlangan davrda tug`ilgan daholardan biri edi.

U 1548 yilda Neapol yaqinidagi Nola deb nomlanuvchi kichik italyan shaharchada tug`ilgan va unga Filippe deb nom qo`yishgan. Birlamchi ma`lumotni Neapolda olgan va 16 yoshida Jordano nomi ostida rohiblikga qabul qilingan, tarixga ham ana shu nom ostida kirib qolgan.

Yosh rohib jon-jaxdi bilan ilmiy va adabiy mashg`ulotlarga sho`ng`idi, u yunon fan va falsafani, arab olim va faylasuflarning ishlarini, Foma Akvinskiy va Nikolay Kuzanskiy asarlarini o`rganardi. U o`zining rohiblikka zid dunyoqarashini namoyon etuvchi "Yoritkich" satirik komediyani, "Nux boshpanasi" satirik dialogini yozadi.

Yigirma to`rt yoshida Bruno Kampanÿga ruhoniy etib tayinlanadi. Bu yerda u gumanistlarning asarlari va Kopernik kitobi bilan tanishadi. Uning fikrlash yo`nalishi u sohib bo`lgan dominikanliklarning rohiblik ordeni a`zolarida shubha uyg`otadi. Uning ustidan Rimga qoralovchi xat yuboriladi, va Bruno unga qarshi aytilgan ayblovlardan himoyalangani Rimga boradi. Biroq Rimda u ketgandan so`ng uning xonakohida yangi taqiqlangan materiallar topilganligini eshitib qoladi. Bruno Genuyaga qochadi. Uzoq davom etgan sargardonliklar boshlanadi.

Genuyadan Bruno Venesiyaga o`tadi, undan so`ng Milanga, Turinga, Shamberiga, va nihoyat, Italiyani tark etib, Jenevaga boradi. Otashqalb polemist Bruno jenevalik protestant faylasuflardan biriga qarshi chiqadi, alamzada faylasuf Brunoning hibsga olinishiga erishadi. qamoqdan chiqqan Bruno Shveytsariyani tark etadi va umrbod "axmoq pedantlarning sektasi"ga, ya`ni, kalvinistlarga qarshi bo`lib qoladi.

J.Bruno

Uzoq davom etgan sarguzashtlaridan so`ngida u Tuluzaga borib qoladi, u yerda u Tuluza universitetining professori lavozimini egallaydi va ikki yil davomida o`zi o`qigan ma`ruzalarida keskin tarzda Aristotel ta`limotini tanqid qiladi. Bu narsa universitet professorlarining noroziliklariga sabab bo`ladi va Bruno Tuluzani tark etib Parijga boradi. Parijda Bruno ulkan bilimlarga va o`ta kuchli xotiraga ega olim shuhratini qozonadi. qirolning o`zi u bilan qiziqib qoladi va "Buyuk San`at" sirlaridan voqif etishni iltimos qiladi. Bu "Buyuk San`at" XIII asrda Raymond Lulla tomonidan ixtiro qilingan mantiq mashinasi edi. Mashina bir necha harakatlanuvchi xalqalardan iborat bo`lib, bu aylanalarda turli mantiqiy tushunchalarni belgilovchi harflar tushirilgandi. Xalqalarning turli tezliklar bilan harakatlanishi tushunchalarning turli tarzda jamlanishiga olib kelardi. Bruno keyinchalik jiddiy narsa emas deb hisoblangan Lulla g`oyasi bilan qiziqib qoladi. Biroq, Lulla mashinasini mantiq mashinalar asrida ularning qadimgi ajdodi deb hisoblashimiz mumkin. Bruno Lulla san`ati haqida qator asarlar yozadi va ularning birini qirol Genrix III ga bag`ishlaydi. Bunga javoban qirol Brunoni Parij universitetining ekstraordinar professori lavozimiga ko`taradi.

Biroq, olimning sarguzashtlari shu bilan tugagani yo`q. Parijdan u Oksfordga, Oksforddan Londonga, Londondan yana Parijga, Parijdan Germaniyaga boradi. Deyarli butun Germaniyani kezib chiqadi va Syurixda bo`lgandan so`ng, 1591 yili venesiyalik dvoryan Mochenigo taklifiga rozilik beradi va o`z ajaliga qarshi, ya`ni Venesiyaga jo`naydi.

Brunoning sargardon yillari kuchli, qaynoq faoliyati yillari bo`ldi. U ma`ruzalar o`qiydi, kitoblar yozadi, Oksford, Parij va boshqa universitetlarining sxolastik fanning yetuk namoyandalari qatnashgan munozaralarda ishtirok etadi. U olamlarning ko`psonliligi haqidagi ta`limotni rivojlantiradi. Kopernik ta`limotini zavq bilan yoqlab chiqqan Bruno bu nazariyani yanada rivojlantirish lozim deb hisoblaydi.

1584 yilda u "Kultepadagi bazm", "Koinotning cheksizligi va o`zga olamlar haqida" nomli dialoglarini yozadi, ularda bizning quyosh sistemamiz kabi ko`psonli olamlardan to`plangan cheksiz Koinot ta`limoti haqida bayon qilingan. Bruno Kopernikni juda qadrlar va u "Ptolemey, Gipparx va ularning boshqa barcha izdoshlaridan ancha yuqoridir" deb hisoblaydi.

Koinotning cheksizligida, harakat va osudalikning nisbiyligi borasida Bruno Kuzanskiyning fikrlarini ma`qullaydi va o`zining "Dialog"larida uning nomini hurmat bilan qayta-qayta tilga oladi.

Brunoning "Buyuk San`at" kitobini o`qigan Mochenigo uni oltin topish sirlari va boshqa alkimyo bilimlarga ega deb o`ylaydi va Brunoni uyiga taklif qiladi. U Brunodan alkimyo san`atidan saboq olish niyatida ekanligini bildiradi, evaziga unga boshpana va qaramoqlikni va`da beradi. Brunoning darslari Mochenigoni qanoatlantirmaydi, uning erkinlik bilan yo`g`rilgan va keng dunyoqarashi esa farosatsiz va johil venesianlikni cho`chitib yuboradi. Bruno tezda o`z xatosiga tushunib yetadi va Mochenigo bilan hayirlashib, Frankfurtga qaytib ketmoqchi bo`ladi. Biroq Mochenigo undan chaqqonroq chiqib, inkvizitsiyaga Bruno ustidan yumaloq xat yozadi va 1592 yilning ma`shum 23 may kunigacha, ya`ni, Bruno inkvizitsiya tomonidan hibsga olingunga qadar uni tutib turadi. Bruno yetti yildan ortiq vaqtini avval venesian, keyinchalik rim qamoqlarida qiynoqlarga chidash berdi. 1600 yilning 17 fevralida Bruno Rimdagi Gullar maydoni (Kampo del Fiore) da yoqib yuboriladi. Hozirda u yerda Brunoga haykal o`rnatilgan.

Iogann Kepler 1571 yil 27 dekabrda Veyl shaharchaga yaqin joylardan birida dunyoga keldi. Uning otasi Genrix Kepler sinib qashshoqlashib ketgan dvoryanlardan bo`lib, oddiy askarlikda xizmat qilardi. G.Kepler qishloqdagi yemakxona egasining qiziga uylangan edi. Turmushlari nosoz bo`lgani uchun ota-ona tez-tez janjallashib turishar va bola bobosinikida tarbiya olardi, Iogann olti yoshga to`lganda bobosi uni maktabga kiritib qo`yadi. Bu vaqtda ota-ona qaytib kelishadi va ishlarini yo`lga qo`yish uchun yemakxona ochishga qaror qilishadi hamda bolani mijozlarga xizmat ko`rsatishi uchun yordamchi etib olishadi. Shunday qilib kelajakda buyuk olimning mashaqqatli hayot yo`li boshlanadi.

I. Kepler

Oxir oqibat oila yana to`zib ketdi, ota askarlikga ketib qaytib kelmadi. Nimjon, qasalmand bola yaxshi yordamchi bo`laolmadi va uni monastir qoshidagi maktabga berishga qaror qilindi, u maktabni ikki yilda muvaffaqiyatli tugatdi. U yerdan bola oliy tabaqadagi diniy maktabga o`tkaziladi, uch yildan so`ng qobiliyatli o`quvchi sifatida Tyubingen seminariyaga o`qishga qabul qilinadi, uni bitirgandan so`ng, 1591 yil 11 avgustda keyinchalik universitetga aylantirilgan Tyubingen akademiyasi stipendiati etib qoldiriladi. Kepler oldida diniy yo`nalishdagi faoliyatiga yo`l ochilgan edi. Protestant cherkov undan o`zining bo`lajak dinshunosini kutardi. Lekin ishlar boshqacharoq tus oldi. U davrda Tyubingenda astronomiya va matematikadan darslarni o`z fanlarini yaxshi bilgan va Kopernik ta`limotini qabul qilgan buyuk pedagog M.Mestlin olib borardi. U Keplerda astronomiyaga

qiziqishni uyg`otdi, Kopernik kitobi bilan tanishtirdi, natijada Kepler yangi ta`limotining qaynoq tarafdori bo`lib qoldi. Shundan boshlab Keplerning diniy faoliyati tamom bo`ldi. Akademiyani 1593 yilda muvaffaqiyat bilan bitirgan Kepler uning kuchli qobiliyat va bilimlarini bildiruvchi attestat oldi, biroq diniy faoliyat yuritishga uquvsiz deb topilib, matematika va falsafa o`qituvchisi sifatida Grasdagi o`quv yurtga yuborildi.

Grasda Keplerga nafaqat o`qituvchilik, balki taqvim va goroskoplar tuzish hamda ilmiy ishlar bilan shug`ullanishga to`g`ri keldi. Shug`ullanishga majbur bo`lgan astrologiyaga u tirikchilik manbai sifatida qarardi. Uning aytishicha, "astrologiya astronomiyaning qizidir, va garchi qonunsiz bo`lsada, onasini boqib turishga majbur, aks holda u ochidan o`lib qolishi mumkin". Astronom Kepler astrologiya bilan majburan shug`ullanardi, o`zi tuzgan taqvimlariga astronomik va meteorologik bashoratlarni kiritib kun kechirardi. U davrga kelib Kepler uylangan va uning iqtisodiy holati anchagina ayanchli edi.

O`sha yillardayok Keplerni sayyoralar orbitalari orasidagi sonli munosabat g`oyasi qiziqtirar edi. U vaqtda ma`lum bo`lgan sayyoralarning soni Yer bilan birga oltitasini tashkil etardi va ularning quyoshgacha bo`lgan masofalar orasidagi sonli nisbatlarni aniqlash masalasi osondek tuyulardi. Kepler pifagoriylarning "son barcha narsalarning borlig`idir" degan g`oyasini tan olar va sayyoralar sferalarining "sonli garmoniyasini" topishga urinardi. Turli yechimlarning kombinasiyalarini taxminlagan Kepler nihoyat geometrik chizma usulini topadi, bunga binoan sayyoralardan quyoshgacha bo`lgan masofalar quyidagicha geometrik tuzilma orqali aniqlanadi: quyoshga eng yaqin bo`lgan Merkuriy sferasi atrofida sakkiz qirralik chiziladi, uning atrofiga ikkinchi, Venera sferasi joylashtiriladi. U sfera atrofida yigirma qirralik chiziladi, uning atrofiga uchinchi, Yer sferasi tortiladi. Yer sferasi atrofida o`n ikki qirralik yasalib, uning atrofiga to`rtinchi, Mars sferasi chiziladi; undan so`ng tetraedr va uning atrofiga Yupiter sferasi; Yupiter sferasi atrofiga olti qirralik yasalib, Saturn sferasi chiziladi.

"Bu narsaning ustida ishlash jarayonida men sayyoralarning masofalari va aylanish davrlarini yaxshilab yodlab oldim" deb yozadi Kepler. Kelajakda bular unga asqotadi. Kepler umrbod o`zining farzandidek bo`lib qolgan va 1596 yilda "Kosmografik sir" nomi ostida bosib chiqarilgan birinchi asariga iliq munosabatini saqlab qoldi. U bu kitobini mashhur daniyalik astronom Tixo Bragega (1546 - 1601) hamda italiyan astronom Galileyga yuboradi. Moxir kuzatuvchi, o`z ishining ustasi Tixo Brage Kopernik tizimini qabul qilmagan edi, shuning uchun Keplerning asosiy g`oyasini sovuqqina qarshi oldi. Aytib o`tish joizki, bu g`oya haqiqatdan ham vaqt tekshiruviga dosh berolmadi, biroq, Keplerning yaxshi hisob-kitob olib borishi Bragega ma`qul tushadi va uni yoniga birga ishlashni taklif qiladi. Galileyda esa Kepler yangi dunyoqarash uchun kurashda o`ziga maslakdosh topgandek bo`ldi va ikkala buyuk olim o`zaro yozishmalaridan bu mashaqqatli kurash uchun quvvat olar edilar.

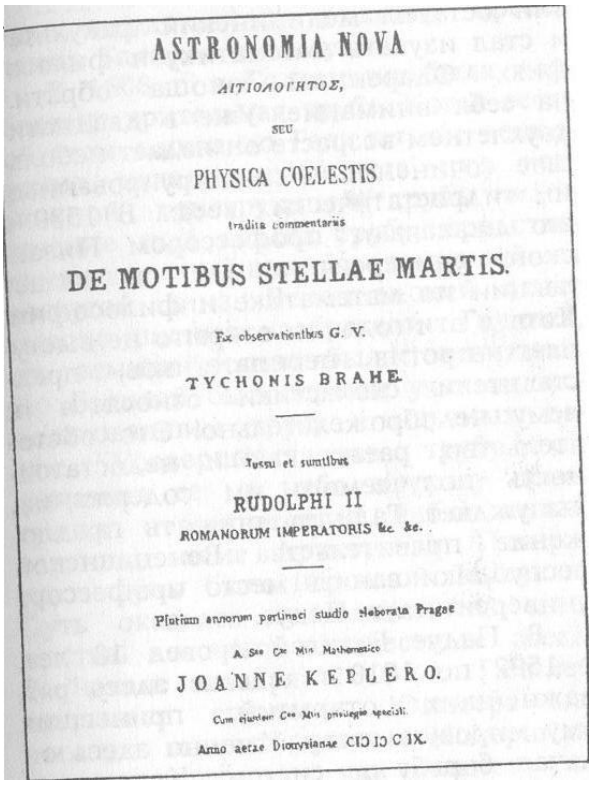
Siyosiy hodisalar tufayli Keplerning moddiy ahvoli yomonlashdi. Gras joylashgan Shtiriyada katolik diniy reaksiya kuchayib ketganligi sababli Kepler Vengriyaga qochishga majbur bo`ladi. Bir yildan so`ng u Grasga qaytadi va u davrga kelib Pragaga ko`chib kelgan Tixo Bragening taklifini qabul qiladi. Tixo

Brage butun kuch va mulkini astronomiyaga bag`ishlagan buyuk astronom edi. Daniyada uning ixtiyorida orol bo`lib, unda u Uraniyenburg deb nomlangan butun boshli astronomik shaharchani barpo etgandi. Yosh daniyalik qirolning ayonlari bilan kelisholmay qolgan Tixo Uraniyenburgni tashlab Pragaga ketadi, u yerga yaqin orada Kepler ham yetib keladi. Brage bilan uzoq vaqt ishlash Keplerga nasib etmaydi, chunki tez orada Tixo vafot etadi. Uning o`ttiz besh yil davomida olib borilgan kuzatuvlarning natijalari yozilgan jurnallar Kepler qo`liga o`tadi va u astrologik bashoratlar tuzishni davom ettirgani holda bu ulkan materiallarning qayta ishlovini boshlab yuboradi.

Kepler eng avvalo Tixo natijalariga refraksiyani hisobga oluvchi tuzatmalarni kiritmoqchi bo`ladi. Buning uchun u optikani o`rganishga majbur bo`ldi, biroq u faqatgina Vitello risolasini o`rganibgina qolmadi, balki bir qancha masalalarni qayta ishlab, "Vitelloga qo`shimcha" asarini yozdi. Unda u obskura kamerasining nazariyasini beradi, ko`rishning o`z nuqtai nazarini bildiradi, ya`ni, tasvir ko`z gavharida emas, balki to`rida paydo bo`lishi va gavhar linza sifatida ishlashini ta`kidlab Alxazenaning xatosini tuzatadi. Kepler ko`zning yaqinda va uzoqda joylashgan buyumlarni ko`rishini gavharning egriligi o`zgarishi tufayli sodir etilishini tushuntiradi. U tuzgan refraksiya jadvallaridan havo zichligini suv zichligiga nisbatini aniqlaydi. Kepler atmosfera bosimi tushunchasi ishlab chiqilmasidan oldin refraksiya atmosfera holatiga bog`liq degan fikrni bildirgan.

Bu natijalar Keplerning Mars orbitasini aniqlash ishining eng qizigan paytida olingan edi. Avvaliga u Kopernik kabi orbitani doirasimon deb hisoblagandi. "Bu xato ayniqsa zararli ediki, u barcha faylasuflarning yakdil fikriga tayanardi..." deb yozadi Kepler.

Keyinchalik Kepler orbitaning shakli oval ekanligini tushunib yetdi va, nihoyat, uzoq davom etgan hisoblashlardan so`ng orbitaning haqiqiy shaklini, ya`ni, u fokusida quyosh joylashgan ellips ekanligini topdi. Bunda sayyoraning ellips bo`ylab harakati notekis kechadi, maydonlar qonuniga binoan quyoshga yaqinlashganda tezroq, uzoqlashganda esa sekinroq harakatlanadi. Barcha o`zining hisoblarini, Ptolemey va Tixo nazariyalarining tanqidini Kepler Pragada 1609 yilda bosilib chiqqan "Yangi astronomiya, yoxud Tixo Brage kuzatuvlaridan Mars sayyorasi harakatini izohlovchi Osmon fizikasi" kitobida bayon etdi.


ASTRONOMIA NOVA

ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΤΟΣ,

SEU

PHYSICA COELESTIS

tradita commentariis

DE MOTIBUS STELLAE MARTIS.

Ex observationibus G. V.

TYCHONIS BRAHE.

Iussu et sumtibus

RUDOLPHI II

ROMANORUM IMPERATORIS &c. &c.

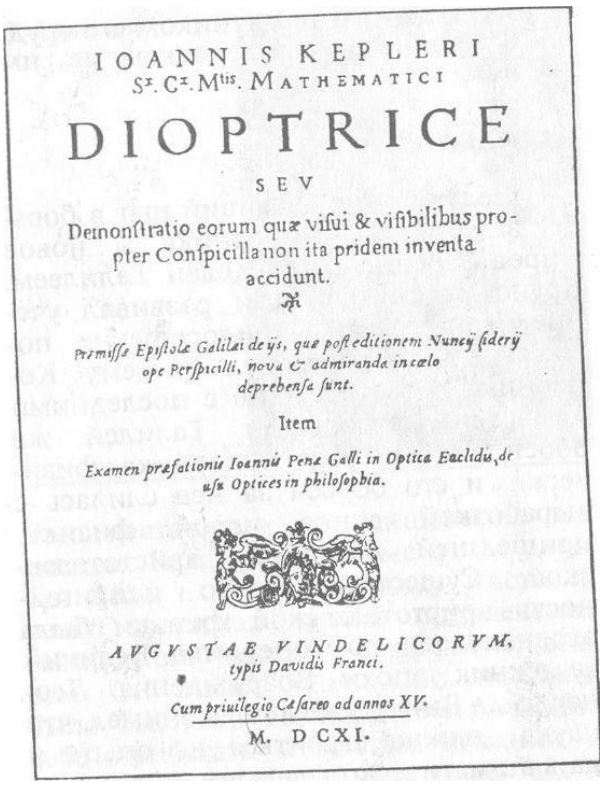
Pluribus annorum pertinaci studio elaborata Pragae

A Sae Cae Mis Mathematico

JOANNE KEPLERO.

Cum singulari Cae Mis privilegio speciali.

Anno aerae Dionysianae CIↃ IↃ C IX.


IOANNIS KEPLERI

Sae. Cae. Mtis. MATHEMATICI

DIOPTRICE

SEV

Demonstratio eorum quæ visui & visibilibus propter Conspicilla non ita pridem inventa accidunt.

Præmissa Epistolæ Galilæi de iis, quæ post editionem Nuncij sidery ope Perspicilli, nova & admiranda in cælo deprehensa sunt.

Item

Examen præfationis Ioannis Penæ Galli in Optica Euclidis, de usu Optices in philosophia.

AVGVSTAE VINDELICORVM,

typis Davidis Franci.

Cum priuilegio Cæsareo ad annos XV.

M. D CXI.

I.Keplerning “Yangi astronomiya” va “Dioptrika” asarlari

Keplerning buyuk kashfiyoti uni muxtojlikdan qutqarmadi. 1610 yilda u Galiley Yupiterning to`rtta yo`ldoshini topgani va ko`ruvchi quvur ixtiro qilingani haqida eshitdi. Shu munosabat bilan Kepler boshqa sayyoralarda ham yo`ldoshlari mavjudligi haqida bosh qotiradi. Uning fikricha, Marsda ikkita, Saturnda esa, oltita yoki sakkizta yo`ldosh bo`lishi kerak deb taxmin qiladi. Keplerning bu taxminlari keyinchalik to`g`ri bo`lib chiqdi.

Keplerning fikrlari yana optikaga qaratildi va 1611 yilda uning yangi, optikaga bag`ishlangan "Dioptrika" asari chiqdi. Unda u teleskop konstruksiyasi (Kepler quvuri) haqida bayon etadi, linza va linzalar majmuasida nurlarning yo`nalishini ko`radi, optik zichligi kattaroq muhitdan optik zichligi kamroq muhitga o`tishda ichki to`liq akslanish mavjudligi haqidagi xulosasiga keladi, shishadan yasalgan yassi-qavariq va ikki yoqlama qavariq linzalarning fokus masofalarini aniqlaydi.

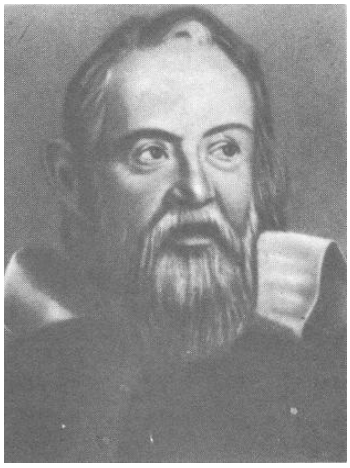
Muxtojlik tufayli Kepler Pragadan ketishga majbur bo`ladi. Unga maosh to`lanmasdi, va og`ir vaziyatdan chiqish yo`lini axtargan Kepler Linsga ketadi, u yerda matematika o`qituvchisi lavozimini egallaydi. Biroq muxtojlik va og`ir sinoatlar Keplerni tark etmadi. 1618 yilda o`ttiz yil davom etgan urush boshlanib qoldi, imperator g`aznasi bo`shab qoldi va Keplerga maosh to`lash yana to`htatildi. Shunday og`ir sharoitda ham olim o`z ishini davom ettirdi. 1619 yilda "Olamning garmoniyasi" asari bosilib chiqdi, unda sayyoralar harakatining uchinchi qonuni bayon etilgandi. Ilmiy yo`l boshida qo`yilgan vazifa muvaffaqiyatli hal etilgan edi.

Olimning oxirgi yillari juda ayanchli bo`ldi. Linsdagi joyni tark etgandan so`ng u tasodifiy ishlar bilan shug`ullandi va 1628 yilda taniqli sarkarda Vallenshteyn qo`li ostiga xizmatga kiradi. Keplerning munajjimlik bashoratlari

sarkardani qanoatlantirmadi va Kepler Linsga qaytib keladi. To`lanmay qolgan maoshlarni undirish harakatlarida u shamollab qoladi va 1630 yilning 15 noyabrida olamdan o`tadi. Uning og`ir hayotining o`lmas yodgorligi sifatida u kashf qilgan qonunlari qoldi.

Galiley

Yangi dunyoqarash shakllanishida va Kopernik tizimi uchun kurashda navbatdagi hal etuvchi qadamni Galiley bajardi. Bruno Kopernik ta`limotini falsafiy nuqtai nazaridan ko`rib chiqib rivojlantirgan, Kepler Kopernik tizimini astronomiyaning so`nggi ma`lumotlariga mos keltirgan bo`lsalar, Galiley Kopernik tizimini fizik nuqtai nazaridan asoslab berdi va uning kurashi aristotelcha fizika o`rniga yangi fizika asoslarini yaratishi bilan mos tushdi. Muhimi shundaki, aristotelcha fizikaning yaroqsizligi Kopernikdan ancha ilgariroq sezilgan edi. Tiklanish davrining buyuk rassomi Leonardo da Vinchi fan tajribaga va matematik tahlilga suyanishi zarurligini bilgan va o`zi ham Galiley xulosalarini ilgari suruvchi natijalarga olib kelgan tajribalarni o`tkazgan. Leonardo da Vinchi, shuningdek, Yerdagi va osmondagi narsalarning qarama-qarshiligi haqidagi ta`limotga ham qarshi chiqqan. Yer Oy kabi osmon jism, va fazoda Oy singari o`zining elementlari qurshovida muallak holdadir. Biroq, Leonardo o`zining fikrlarini bosib chiqarmagan, ular uning yon daftarchalarida shifrlangan holda kolib ketgan. Shuning uchun ham zamondoshlari va kelgusi avlod uning natijalaridan foydalanaolmaganlar.



G. Galiley

Galileo Galiley 1564 yil 15 fevralda pizalik o`rtaxol dvoryan oilasida tug`ildi. Piza va Florensiya u vaqtda mashhur boy Medichi oilaning hukmronligi ostidagi Toskana gersogligining shaharlaridir. Galiley Piza universitetida tahsil oldi. Avval u tibbiyotni o`rgandi, keyinchalik tibbiyot fakulòetini tashladi va matematika hamda falsafani o`rgana boshladi. Yigirma ikki yoshidayok u o`zi ixtiro qilgan gidrostatik tarozu haqida kichik asarni bosib chiqaradi. 1589 yilda uni Piza universiteti professori lavozimiga tayinlashadi, u yerda Galiley matematika va falsafadan ma`ruzalar o`qiydi. 1592 yilda Galiley Venesiya respublikasi taklifiga binoan Paduya universitetida professor lavozimini egallaydi, u yerda u 18 yil davomida unga olamshumul shuhratini keltirgan bir qator juda muhim kashfiyotlarni qiladi. Aynan shu yerda, ya`ni, Pizada bo`lgan chog`laridayok u Kopernik tizimi haqligiga ishonch hosil qilgan, biroq uni yoqlash juda qiyin ish deb bilgan, shunday bo`lsada, bu ta`limot uchun kurash boshlagandi.

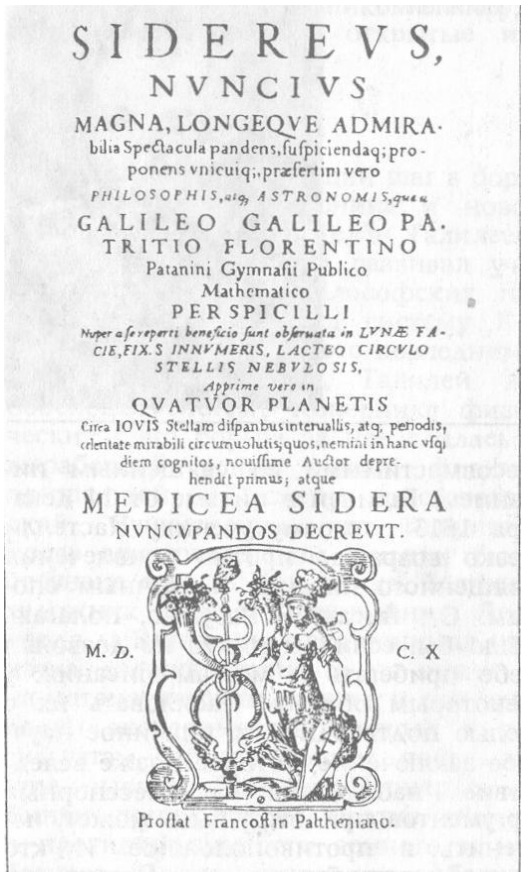
Kurash kiyin bo`lishini tushungan Galiley kelgusi jang uchun material to`plab bordi. U mexanika va astronomiya masalalari ustida fikr yuritar, do`stlari bilan ilmiy muammolarni muhokama qilar va ochiqchasiga jang qilish uchun qulay imkoniyat va vaqtni kutar edi. Bunday imkoniyat Galileyning Paduyadagi so`nggi chog`larida paydo bo`ldi.

1608 yilda Gollandiyada ko`rish uchun quvur ixtiro qilindi. Galileyga bu xabar yetib kelishi bilan u quvurning konstruksiyasi ustida fikrlay boshladi hamda

bir yil ichida qavariq va botiq linzalar jamlanmasidan iborat quvurni yaratdi. Ixtironing foydasi yaqqol ko`rindi va Venesiya senati Galileyning ishini yuqori baholadi. Galiley quvurni ilmiy maqsadlarda ishlatgan birinchi olim bo`ldi. quvurni takommilashtirib osmonga qaratgan Galiley kuzatilayotgan manzaraning Aristotel ta`limotiga mos kelmasligini payqadi. Oyning sathi notekis ekan. Somon Yo`li ungacha ma`lum bo`lmagan ko`psonli yulduzlardan iborat bo`lib chiqdi. 1610 yilning boshida Galiley Kopernik tizimining ko`rgazmali modelini, ya`ni, quyosh atrofida sayyora o`zining oylari bilan aylanishini namoyon etuvchi Yupiter yo`ldoshlarini kashf etadi. O`zining kashfiyotlari haqida to`lqinlanib bayon etilgan hikoyasini Galiley "Yulduzli axborotnoma" deb nomladi. O`sha davrdagi odatiga ko`ra Galiley o`z asarini Toskaniyalik buyuk gersog Kozimo II Medichiga bag`ishladi, bu bilan u o`zini Toskanaga qaytish uchun zamin yaratdi. Galiley Brunoni inkvizitsiya qo`liga topshirgan Venesiyadan ko`ra buyuk gersog qaramog`idagi Florensiyani ish va kurash uchun qulay joy deb hisoblab, Florensiyaga ko`chib o`tish haqidagi gersogning taklifini qabul qildi.

1610 yildan Galiley hayotida sinov va fojealarga to`la yangi davr boshlanadi. Kurash u kutganidan ham og`irroq kechdi. Eskilik tarafdorlari yangi faktlar oldida nafaqat taslim bo`lmadilar, balki ochiq jangga tashlandilar. Cherkov ma`ruzalarida Kopernik va Galiley ta`limotlarini la`natlab, ular Muqaddas Yozuvga zid deb e`lon qilindi. Galiley o`zining shog`irdi Kastelliga yozgan xatida ilmiy munozaralarni hal etish uchun Muqaddas Yozuviga murojaat etishga keskin qarshi ekanligini bildirgan. U yozgandi: "...To`g`ri bo`lar ediki, ilmiy xulosani tasdiqlashda hech kim Muqaddas Yozuvdagi joylarni ro`kach qilmasa va qaysidir yo`l bilan shu maqsadda ulardan foydalanmasa, zero kuzatuvlar va so`zsiz argumentlar tufayli ularni qarama-qarshi fikrga almashtirishga to`g`ri kelib qolishi mumkin. Va kim inson ruhining chegarasini ko`rsatishga jazm etaoladi? Bu olamda bilish mumkin bo`lgan narsaning barchasini biz bilamiz deb kim aytaoladi?".

Galileyning bu ajoyib so`zlari fanning har qanday dogmalarga murosasiz bo`lish, charchoqni bilmay izlanish, hormay-tolmay bilim tomon olg`a harakatlanishning asosiy ruhini aks ettiradi. Tabiiyki, Galileyning Kastelliga yozgan xati katta ulkan taassurot qoldirdi. Uni nafaqat yangilikning tarafdorlari, balki dushmanlari ham qayta ko`chirishardi va o`rganardilar. 1615 yilda cherkovchilarning fikricha nomunosib joylari chizib qo`yilgan holdagi bu xat bilan birga Galiley ustidan yumaloq xat yozilib Rimga inkvizitsiyaga yuborildi. Taqdirning hazilini qarangki, katolik ruhoniy kashf etgan olam tizimi haqida endi oliy tabaqadagi cherkov sudi o`z munosabatini bildirishi kerak edi. qat`iy tarzda asosiy savolga, ya`ni, Kopernikning olam tizimi cherkov ta`limotiga mos keladimi yoki bu dahriylikmi degan savolga javob berilishi kerak edi.


SIDEREVS,
NVNCIVS
MAGNA, LONGEQVE ADMIRA-
bilia Spectacula pandens, suspiciendaq; pro-
ponens vnicuiq;, præsertim vero
PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, quæ
GALILEO GALILEO PA-
TRITIO FLORENTINO
Patauini Gymnasii Publico
Mathematico
PERSPICILLI
Nuper a se reperti beneficio sunt obseruata in LVNÆ FA-
CIE, FIX.S INNVMERIS, LACTEO CIRCVLO
STELLIS NEBVLOSIS,
Apprime vero in
QVATVOR PLANETIS
Circa IOVIS Stellam disparibus interuallis, atq; periodis,
celeritate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hanc vsq;
diem cognitos, nouissime Auctor depre-
hendit primus; atque
MEDICEA SIDERA
NVNCVPANDOS DECREVIT.
M. D. C. X
Proflat Francofii in Paltheniano.

Galileyning “Yulduznoma” va “Muloqot” asarlarining titul varaqlari

1615 yilning oxirida Galiley Kopernik tizimi xususida Rimda "ayrim to`htamga kelishmoqchi" ekanligini eshitib, o`zini va yangi ta`limotni dahriylikda ayblovlaridan himoya qilgani Rimga jo`naydi. Zamondoshlarning saqlanib qolgan guvohlik berishlaricha, Galiley ajoyib tarzda himoyalangan.

Biroq, keltirilgan yorqin argumentlar ruhoniylarga qarama-qarshi ta`sir ko`rsatdi, ular tobora cherkov dunyoqarashi uchun Kopernik ta`limoti qanchalik xavfli ekaniga ishonch hosil qilib bordilar. Inkvizitsiya qoshida ta`sis etilgan kongregasiya (yig`in) tomonidan chiqarilgan farmonga ko`ra Kopernik kitobi ta`qiqlandi, Yer harakati haqidagi ta`limot esa Muqaddas Yozuvga zid deb topildi.

Tabiiyki, yig`inning farmoni Galiley ko`nglini to`ldirmadi va endi u qalbida Kopernik ta`limoti tarafdori bo`lib qolsada, uni ochiq-oydin o`qitishga huquqi qolmadi. Biroq, Galileyga rasman Ptolemey va Aristotelni tanqid qilish taqiqlanmagani uchun u sxolastik fanni yemiruvchi tanqidini davom ettirgan holda yangi fanga asos soldi.

Pizada bo`lgan chog`idayok Galiley tajriba yo`li bilan jismlarning tushish tezligi og`irligiga proporsionalligi haqidagi peripatetik ta`limotni inkor etdi. Mashhur og`gan minoradan tashlangan cho`yan va yog`och sharlar deyarli bir vaqtda yerga tushdi va Galiley to`liq asos bilan tezliklarning turliligini havo qarshiligiga bog`ladi.

Galiley tajribasi ulkan ahamiyatga ega edi. Jismlarning tushishiga doir tajribalarni Leonardo da Vinchi ham o`tkazgan. Lekin faqatgina Galiley ilmiy xulosa chiqarish uchun tajribadan halaqit beruvchi omillarni olib tashlash

lozimligini aniq ko`rsataoldi. Tajribada asosiy narsani ko`raolish va muayyan hodisaga muhim bo`lmagan narsalardan chalg`ish lozim. Shuning uchun, Leonardodan farqli ravishda Galiley bir xil shakldagi va bir xil o`lchamdagi jismlarni olib, diqqatini asosiy narsaga, ya`ni, tushish tezlikning og`irlik kuchiga bog`lanishiga qaratdi va muvaffaqiyatga erishdi. U ko`psonli chalg`ituvchi omillardan, ya`ni, obi-havo holati, tajribachi o`zining ahvoli, harorat, jismlarning kimyoviy tarkibi va xokazolardan o`zini xoli qilaoldi. Shunday qilib, Galileyning oddiy tajribasi, umuman olganda, tajriba fanining haqiqiy asosi bo`laoldi. Galiley uni qayta-qayta va turli ko`rinishda takrorlardi. U jismlarning tushishini laboratoriya sharoitlarida, qiya tekislikda, mayatnikda o`rgandi, tushish tezligi bilan tushish vaqti, bosib o`tilgan yo`l bilan tushish vaqti oralaridagi aniq miqdoriy muvofiqlikni axtardi. Bu tajribalarning natijalari va ularning nazariy tahlili mexanikaga asos bo`laoldi va Galiley nomini yangi tabiatshunoslikning asoschisi sifatida mangu qoldirdi. Galileyning mexanika, astronomiya, materiallar qarshiligi, akustika, optikaga doir ishlari yahlit bir maqsad bilan bog`langan, u ham bo`lsa, yangi fanning va yangi dunyoqarashning poydevorini mustahkamlashdan iborat edi.

Kopernik ta`limoti ta`qiqlanganiga 14 yil o`tgandan so`ng Galiley o`zining "Ptolemeycha va Kopernikcha ikki xil olam tizimi haqida Dialog" bosh asarining qo`lyozmasini bitirdi va bosib chiqarishga ruhsat olish uchun Rimga olib ketdi. U vaqtda papa tahtini Urban III egallagandi, ilgarilari u Galileyga nisbatan yaxshi munosabatda bo`lgan va, xatto, lotin tilda yozilgan she`rini ham unga bag`ishlagan edi. Galiley "ob-havoning" yumshashiga taxmin qilgandi. Haqiqatdan ham, bosh senzor kitobning chiqishiga qarshilik ko`rsatmadi, biroq, unga Kopernik nazariyasi faqatgina gipoteza ekanligini ta`kidlab o`tuvchi so`zboshi qo`shishiga maslaxat berdi (biz bilamizki, Kopernik kitobiga shunga o`xshash so`zboshi Osiander tomonidan qo`shilgandi). Galiley shunday so`zboshini ham yozdi. Bu so`zboshida u Kopernik tizimini ta`qiqlagan "himoyalovchi dekret"ni ham, va kitobida Kopernik ta`limoti faqatgina gipoteza sifatida ko`rilayotganini ham ko`rsatib o`tdi. Bunda Galiley Kopernik gipotezasi "Yer qo`zg`almasligi tizimidan bo`lmasada, har qalay, cherkov peripatetiklari bildirgan e`tirozlaridan" yuqori turajagini ta`kidlab o`tdi.

1632 yilda Galiley asari Florensiyada bosilib chiqdi. Juda o`tkir tildagi ushbu kitob venesiyalik Sagredo va Simplichio hamda florensiyalik Salâiatilar orasida bo`lib o`tayotgan dialog, ya`ni, o`zaro suhbat shaklida yozilgan.

Salviati va Sagredo Galiley do`stlarining ismlaridir. Suhbatda ulardan biri Galiley o`zining nuqtai nazarini bildirsa, ikkinchisi unga hamdardlik bildirib turuvchi kishilardir. Simplichio (italÿnchasiga sodda, laqma) Aristotel va Ptolemey obrularini suiste`mol qilgan holda peripatetiklarning nuqtai nazarlarini himoyalaydi. Galileyning dushmanlari Simplichio niqobi ostida papaning o`zi ko`rsatib o`tilgan degan bo`htonni tarqatishadi. Bu narsa, albatta, papaning kitobga bo`lgan munosabatini o`zgartirib yuboradi. Lekin, undan qat`iy nazar, kitobning mavzusi muallif kimning tarafida ekanligiga shubha qoldirmas, ajoyib so`zlar o`yini esa nafaqat Italiyada, balki chetda ham ulkan taassurot qoldirgan edi. Kitob katta shov-shuvni ko`tardi, haqiqiy sensasiyaga aylandi. Bu kitobda Kopernik

tizimi har tomonlama - fizik, astronomik, falsafiy tomonlardan asoslangan tayanch oldi, sxolastiklar konsepsiyasiga esa o`nglab bo`lmas darajada juda kuchli zarba berildi.

Kitobda birinchi kun davomida bo`lib o`tgan umumiy masalalardagi munozaralarda Yerdagi va osmondagi narsalarning qarama-qarshiligi haqidagi peripatetiklarning ta`limoti, bilishlikning haqiqiyligi va uning manbalari, olamning uch o`lchamliligi va boshqa umumiy savollar ko`rib chiqiladi. Bu kungi suhbat inson taffakuriga madhiya o`qish va yozuv paydo bo`lishiga shukrona bildirish bilan tugaydi.

Ikkinchi kun suhbati kitobda markaziy o`rinni egallaydi. Unda Yer harakati ta`limotiga qarshi argumentlar va ular biz kuzatayotgan hodisalarga qanday qilib ta`sir etishi masalalari, masalan, minoradan tashlab yuborilgan tosh minora tagiga emas, balki Yer harakatining qarshi tomoniga tushishi lozimligi, bulutlar va qushlar harakatlanayotgan Yerdan orqada qolishi lozimligi masalalari olib ko`riladi. Bu argumentlarni inkor etish uchun yangi mexanika talab etiladi.

Aristotel mexanikasi uch xil turdagi harakatni, ya`ni, tabiiy, majburiy va doiraviy aylanma harakatlarni tan olgan. Tabiiy harakat olam markaziga, Yer markaziga yo`nalgan harakat edi. Aylanma harakat barcha osmon jismlarga xos bo`lib, harakatlarning ichida eng qulay harakat deb tan olingan, bu ideal, abadiy dunyoga mos kelardi. qolgan barcha harakatlar, chunonchi, tekis to`g`ri chiziqli harakat majburiy harakat deb tan olingan, davom etishi uchun kuch talab etiladi deyilgan. Kuch ta`sir ko`rsatishini to`htatishi bilan harakat ham to`htaydi deb yuritilgan.

Nisbatan kichik tezliklar bilan siljitilgan jismlar ustida olib borilgan tajribalar buni tasdiqlagandek bo`lardi. Masalan, stol ustida turgan kitobni barmoq bilan turtmasak, u joyidan siljimaydi, barmoqning ta`siri tugashi bilan kitobning harakati ham to`htaydi. O`q-yoyning uchishi aristotelcha mexanikasiga mos kelmagandek tuyuladi, biroq, bu narsani izohlashda ham iloji topildi. O`q-yoy hushtak chalib uchgan holda havoni kesib o`tadi va oldidagi fazoni bo`shatib boradi, hosil bo`lgan bo`shliqqa havo massalari intiladi va o`zining bosimi bilan o`q-yoyni majburlab oldinga haydashni davom ettiradi. Bosim tugaganda o`q-yoy yerga qulaydi. Asrlar osha, o`q otar qurollar paydo bo`lgunga qadar, bunday tarzdagi tushuntirishga qanoat hosil qilib kelindi. O`q va snaryadlarning uchishini o`rganish Aristotelning javobi kanoatlanarli emasligini, aslida bu jarayon ancha murakkabligini ko`rsatdi. Masalan, XVI asrning taniqli matematigi Nikolo Tartalÿ (1500 - 1557) snaryad uchishining traektoriyasi, peripatetiklar nazariyasida aytilganidek, sinishlarga ega emas, balki yaxlitligicha egri chiziqli ekanini aniqladi. Shuningdek, u gorizontga nisbatan 45 burchak ostida otilganda o`q uchishining eng uzoq masofasiga erishish mumkinligini topdi. Lekin, Tartalÿ peripatetik tasavvurlardan voz kechaolmadi va u aniqlagan faktlar tabiiy va majburiy harakatlarning qorishishi bilan izohlanadi deb hisobladi. Umuman olganda, bu to`g`ri, chunki snaryadning uchishi inersial harakat (zamonaviy tushuncha bo`yicha "tabiiy") va vertikal yo`nalishdagi harakat (zamonaviy tushuncha bo`yicha "majburiy" va Aristotelcha "tabiiy") lar qorishmasidan iboratdir.

Agarda havoning qarshiligini hisobga olmaganda, haqiqatdan ham otishning eng uzoq masofasi 45° burchak ostida yuqorilatib otilganda erishiladi.

Boshqa italiyalik - Benedetti (1530 - 1590) - jism o`ziga berilgan tezlikni saqlab qoladigan "impeto" ("taassurot") tushunchasini kiritadi. Jism unga berilgan tezlik bilan harakatini davom ettiradi. Shuning uchun palahmondan otilgan tosh to`g`ri chiziq bo`ylab harakatini davom ettiradi.

Shunday qilib, amaliyot olimlarni inersiya haqidagi tasavvurga olib kelayotgandi va Galiley o`zining "Dialog"ida mexanikadagi bu muhim tushunchani ishlab chiqishda yangi qadamni tashlaydi. Jismning ishqalanishni hisobga olmasdan, ya`ni, tekislik va shar mutlaqo qattiq va silliq deb hisoblab qiya tekislikdagi harakatini galileycha usulining ruhida tahlil qilgan Salviati suhbatdoshlariga tushayotgan shar tezlanish bilan harakatlanishini aytadi va, aksincha, boshlang`ich tezlikga ega shar yuqoriga sekinlashib chiqishini isbotlab beradi. "Endi aytingchi, tekis turgan tekislikda xuddi shu jism bilan nima bo`ladi?" deb munozarani davom etadi Salviati. Suhbatdoshlarning javoblaridan jism "tekislik yetgancha" vaqtda tekis harakatlanishi ayon bo`ladi. "Agarda tekislikning uzunligi cheksiz bo`lsa, unda harakat ham cheksiz davom etaveradi" deb xulosa chiqaradi Salviati.

Hozirda fizika o`qituvchisi shar tortishish maydonida joylashganligi va stol bilan o`zaro ta`siri ostida ekanligini hamda inersiya qonuni talab etilganidek, "o`zicha, erkin holatda emasligini" hisobga olmagan holda tekis gorizontal sathda sharni yurgizib o`quvchilarni xuddi shunday yo`l bilan inersiya tushunchasiga olib keladi.

Galiley inersiya qonunining to`liq va aniq ta`rifini topaolmadi, u o`zining "tushishga ham, ko`tarilishga ham ega bo`lmagan" tekisligidan chiqib ketaolmadi, va bu tekislikni shar sathi bilan bir deb hisoblagan holda bunday ideal sferik sathda harakat cheksiz davom etaveradi deb hisoblaydi. Muhimi shundaki, yerdagi harakatlarning chalkashliklarida Galiley jismlarning o`z tezliklarini saqlab qolish xususiyatini aniqlay oldi. To`pdan otilgan yadro unga berilgan tezlik bilan uchishni davom ettiradi va bir vaqtning o`zida tezlanish bilan Yerga tushib boradi.

Galiley muayyan misollarda inersiya qonunidan to`g`ri foydalandi va, eng muhimi, bu qonun orqali Kopernik tizimini asoslab beraoldi. Minoradan tashlab yuborilgan shar minora bilan tezlangan holda harakatlanadi, shuning uchun u minora tagiga tushadi. Kush va bulutlar atmosfera kabi Yer bilan harakatni davom ettiradi. Shuning uchun ham biz Yer harakatini sezaolmaymiz va barcha hodisalar Yer qo`zg`almas bo`lganida qanday davom etsa, shunday davom etaveradi. Galiley bularni kema ichidagi hodisalarni tasvirlash bilan ko`rgazmali tarzda shakllantirib beradi. Bu xonaning ichidagi barcha harakatlar, ya`ni, tepaga osib qo`yilgan chelakdan tomchilarning ingichka og`izga ega idishga tushishi, xonadagi pashsha va kapalaklarning uchishi, akvariumda baliqlarning suzishi, kuzatuvchi tomonidan o`rtog`iga otgan koptogi, ularning barchasi kuzatuvchi tomonidan qayd etiladi. "Barcha shu narsalarni yaxshilab kuzating va kemani ixtiyoriy tezlik bilan harakatlantiring. Agarda harakat tekis kechsa, barcha aytilgan harakatlarda o`zgarishlarni sezaolmaysiz va ularning birontasi orqali kema harakatdami yoki qo`zgalmasmi degan savolga hukm chiqaraolmaysiz" deb ta`kidlaydi Salviati.

Salviatining bu gapida eng muhim fizik tamoyil, ya`ni, Galileyning nisbiylik tamoyili mujassamlashgan, unga ko`ra har ikkala sistemada harakat bir xil kechayotgan bo`lsa hech qanday mexanik tajriba bilan sistemalar harakatdami yoki qo`zg`almasmi, bilib bo`lmaydi.

Galileydan 300 yildan so`ng nisbiylik nazariyasini rivojlantirgan Eynshteyn markazi quyosh tizimi markazida joylashgan, o`qlari esa qo`zg`almas yulduzlarga yo`nalgan hisob sistemani galileycha sistema deb atadi. Eynshteyn ta`kidlashicha, galileycha sistemaga nisbatan tekis va to`g`ri chiziq bo`ylab harakatlanayotgan barcha har qanday sistemalar teng huquqlidirlar, hisob sistemaning o`zgarmas tezligi esa mexanik jarayonlar kechishiga ta`sir ko`rsatmaydi.

Nisbiylik tamoyilining o`rnatilishi Kopernik raqiblarining asosiy inkorlarini olib tashladi.

Uchinchi kunning suhbatida Kopernik foydasiga va Aristotelga qarshi chiqqan astronomik kashfiyotlar, ya`ni, Oyning teleskopda ko`rinishi, Quyosh dog`lari, Venera fazalari, Yupiter yo`ldoshlari keltiriladi. Bular barchasini turli vaqtlarda Galileyning o`zi kashf qilgan edi. Bu faktlar Kopernik nazariyasi foydasiga guvohlik beradi, va "Dialog"dagi Sagredo buni ma`qullab "Ruhing shod bo`lsin, Nikolay Kopernik. Bu faktlar bilan sening haqiqating tasdiqlanganini ko`rganingda qanchalik suyungan bo`larding!" deb hayqiradi.

Biroq Galileyga bu isbotlar kam bo`lib tuyuladi va to`rtinchi kun suhbatida o`zining ko`tarilish va pasayishlar nazariyasini bayon etadi. Bu nazariya inersiya namoyon bo`lishiga asoslangan. Uni tushuntirishda Galiley suv eltayotgan barjani misol qilib ko`rsatadi: barja sekinlashganda suv oldi tomonga intiladi, tezlashganda orqa tomonga qarab siljiydi.

Hodisani Galiley juda to`g`ri tasvirlab bergan va bu narsa uning kuzatuvchanligidan dalolat beradi. Shuningdek, Yerning sutkalik aylanishi Yer sirtidagi hodisalarda o`z aksini topishi kerak, degan fikri ham to`g`ri (bu hodisalar keyinchalik kashf etilgan). Biroq, Galiley talqinida berilgan ko`tarilish-pasayish nazariyasi noto`g`ridir. U ko`tarilish-pasayishlarning sababi Yer aylanish tezligi va uning orbital harakati tufayli suv tezligining o`zgarishidandir deb hisoblagandi. O`zi aniqlagan nisbiylik tamoyiliga zid bu nazariyasi noto`g`ri ekanligiga qaramay, Galiley uni Kopernik tizimini himoyalashda muhim argumentlardan biri deb hisoblagan.

"Dialog"ning boy mazmuni bu yerda keltirilgan misollar bilan tugamagan. Bu hayotiy to`laqon kitob Galiley o`zining ruhini yaxshigina aks ettiradi. O`zining raqiblari va ular keltirgan argumentlari haqida u "men inson sha`niga dog` tushirib ularni takrorlashga uyalaman..." deb kinoya bilan gapiradi. U g`azab va zavq bilan Aristotelni ko`r-ko`rona tan olishni qaltaklaydi. U Aristotelni o`rganish zarur deb ta`kidlaydi (aytib o`tish lozimki, "Dialog"da aristotelcha fizikaning izlari juda kuchlidir), shu bilan birga Aristotelning har bir so`zini ishonch bilan qabul qilmoqni ma`qullamaydi. Buni "isbotlarning kuchini sinab ko`rmasdan" suiste`mol qilmoq zararli ekanini ko`rsatadi. "Axir isbotga ehtiyoj biror narsa haqidagi munozarada tasodifan kimdir umuman boshqa narsaga taalluqli gapni keltirib, raqibning og`zini berkitmoq kulgili emasmi. Agarda ilmda shu yo`lni davom ettirmoqchi bo`lsangiz, unda siz faylasuf emas, tarixchi, yodlash ustalari degan

nomni oling. Kimki falsafani bilmasa, faylasuf degan xurmatli unvonga sazovor bo`laolmaydi" deb davom ettiradi Salviati.

Ravshanki, "yodlash ustalari" qarzdor bo`lib qolmadilar va Galileyni bo`htonlashga tushdilar. Kitobi chiqqanidan so`ng Galiley yozadi: "Aniq manbalardan hal qiluvchi kimsaga mening kitobim Lyuter va Kalâin yozganlaridan ham dahshatliroq va cherkov uchun xavfliroq ekanligini iyezuit otalar yetkazganini eshitdim". Papa buyrugi bilan Galileyga qarshi ish qo`zg`atiladi va u Rimga chaqirtiriladi. Kasalmand qariya biroz vaqt berilishini iltimos qiladi, inkvizitsiya chaqirigini takrorlaydi va rad etilgan chog`da Galiley kishanlab nazorat ostida keltiriladi deb do`q-po`pisa qilinadi. 1633 yil fevral oyida Galiley zambilda Rimga keltiriladi. Galiley ustidan qo`zg`atilgan ish jarayoni birinchi so`roq o`tkazilgan kundan, ya`ni, 1633 yil 12 aprelidan hukm o`qilgunga qadar, 1633 yil 21 iyungacha davom etadi. Ertasi kuni, 22 iyunda inkvizitsiya tomonidan tayyorlangan matn bo`yicha Galileyning o`zi yaratgan ta`limotidan voz kechish marosimi bo`lib o`tdi.

Galiley ustidan bo`lib o`tgan sud jarayonida hanuzgacha ko`p narsa ravshan emas. Hukm matnida qat`iy tarzda Galiley "qattiq sinov"larga uchragani va unda "katoliklarga xos javob bergani" haqida gapirilgan bo`lsada, aslida Galiley qiynoqlarga uchragani haqida aniq ma`lumot yo`q.

Galiley ustidan hukm chiqarganiga 350 yildan ziyod vaqt o`tgan bo`lsada, jarayonning hujjatlari hanuzgacha to`liq bosib chiqarilmagan. Lekin bosilgan hujjatlardan Galiley o`zi qabul qilgan himoya usulida qat`iy turganligi ma`lum, u Bellarminning yozma buyrug`ini buzmagan va o`zining "Dialog"ida Kopernik tizimini faqatgina ilmiy gipotezalarning bittasi sifatida muhokama qilgan. Shuning uchun inkvizitsiya Galileyga "daxriy" degan tamg`ani qo`yaolmadi (unda avtomatik tarzda gulhanda yondirilardi) va faqatgina "juda kuchli daxriylikda ayblanadi" deyishiga majbur bo`ldi.

Ayrim holda Galileyning voz kechishini qoralovchi va qo`rqoqliqda hamda olimlik burchiga hiyonatkorlikda ayblashlarni o`qish va eshitish mumkin. Biroq, ular xotiralaridan chiqarmasliklari kerakki, Galiley o`zining rasman kamsitilib voz kechishi bilan fan uchun, insoniyat uchun o`zining "Ikkita yangi fan haqida Suhbatlar" deb nomlangan buyuk asarini asrab qoldi. Bu asarining ahamiyatini baholash uchun shuni aytib o`tish joizki, u Nyutonning "asoslari"ga yo`l ochib berdi va materiallar qarshiligi faniga asos soldi. Galileyning ilmiy dunyoqarashiga qaytadigan bo`lsak, u o`zgarmadi. Bu haqda "Suhbatlar"ga bag`ishlov ham, "Suhbatlar"ning o`zi ham, Galileyning saqlanib qolgan yozuvlari ham dalolat beradi. Galileyning "Baribir u aylanayapti!" degan so`zlari haqidagi rivoyat umuman olganda noto`g`ri, biroq ma`no jihatidan to`g`ridir.

Voz kechish marosimidan so`ng Galiley Florensiyaga yaqin Archetrida inkvizitsiya qaramog`ida yashadi. U holdan toydi va ko`r bo`lib qoldi. Shunga qaramay, u ishini davom ettirdi. 1638 yilda, jarayondan besh yil o`tgandan so`ng, uning asosiy asari, ya`ni, "Ikkita fan haqida Suhbatlar" asari bosilib chiqdi.

Buyuk olim ekkan urug`lari hayotligidayok unib chiqdi. Galiley 1642 yil 8 yanvarda olamdan o`tdi. Atmosfera bosimini kashf qilgan Galileyning shog`irdlari Torrichelli va Viviani uning tobuti tepasida fanning yengilmas kuchi timsoli sifatida turdilar.

IV BOB. EKSPERIMENTAL VA MATEMATIK USULLARNING PAYDO BO`LISHI

Yangi uslubiyat va fanning yangicha tashkillashtirilishi. Bekon va Dekart

XVII asr boshlariga kelib fizika fani tezda taraqqiy etishiga zamin hozirlangan edi. Bu tayyorgarlik avvalo o`sha davrda universitetlarda o`qitilayotgan fizika texnik va geografik kashfiyotlar tufayli aniqlangan yangi hodisalarni tushuntirib beraolmasligi ayon bo`lib qolishida edi. Antik fan ilmiy merosiga murojaat qilish ayrim chalkashliklarni va yo`qolgan muvaffaqiyatlarni tiklashga imkon berdi, biroq bu usulda fanni olg`a ildamroq qadam tashlashga undash uchun kamlik qilardi. Usulning o`zi, obruga, u qanchalik yuqori bo`lmasin, suyanib ish ko`rishlik noto`g`ri edi. Universitetlarda hukm surayotgan Aristotel obrusiga ko`r-ko`rona sig`inishni yengib olg`a intilish mumkin emasdi. Kopernik, Bruno, Galiley, ularning har biri o`zicha aristotelcha an`analarga qarshi kurashishga majbur edi. Bu ishni ularning zamondosh va izdoshlari davom ettirdilar.

Eskicha fan yangi kashfiyotlarga zid kelishini aniq bilaolganlardan Galileyning zamondoshlaridan biri - bu ingliz davlat arbobi va faylasuf Frensis Bekon (1561 - 1627) edi. Pishib yetilayotgan inqilob oldida hal qilinishi lozim bo`lgan davlat ishlari unga ilmiy taraqqiyot haqida fikr yuritishga halaqit bermadi. U "Buyuk tiklanish" deb nomlangan keng qamrovli asarni yozishni fikrlab qo`ygandi, biroq undan faqat 1620 yilda bosilib chiqqan "Yangi organon" deb nomlangan bitta qismini yozishga ulgurdi. Bu asarida Bekon "oddiy", ya`ni, universitetlardagi fanlarning nohush axvolini, ularning samarasizligini, shu bilan bir vaqtda "mexanik san`atda", ya`ni, texnikada uzluksiz intensiv rivojlanishini ko`rsatadi: "Ular, qandaydir g`aroyib yelni qabul qilgandek, kundan kunga kattalashadilar va takomillashib bormoqdalar". Bu takomillashish cheksizdir: "San`atlar takomillashishning chegarasiga yetguncha kishilarning ehtiyojlari tezroq tugashi yoki o`zgarishi mumkin". Bekon shunday deganda qanchalik haq ekanligi bizga ayon. Uning zamonidagi texnik taraqqiyot zamonaviy texnika taraqqiyoti oldida Yer bilan osmonchalik farq qilardi, shunga qaramay, Bekon unda texnikaning to`htovsiz va cheksiz takomillashish tendensiyasini ko`raolgan.

Amaliyot va nazariya orasidagi uzilishini aniqlagan va ta`kidlab o`tgan Bekon qadimgilarning ilmiy merosiga nazar tashlash bu uzilishni bartaraf etaolmasligini tushuntiradi. "Bizning davrimizda material olam chegaralari, ya`ni, yerlar, dengizlar, yulduzlar, o`lchab bo`lmas darajada kengaygan va ma`lum bo`lib qolgan bir paytda, aqliy olam chegarasi qadimgilar kashfiyotlari tor doirasida qolib ketsa insonlar uchun ayib bo`lardi" deb yozadi Bekon.

F. Bekon

Bekon fanlarning ayanchli axvoli sabablarini ochib tashlaydi, uning fikricha, bunday axvolga tushishning sabablaridan eng muhimlari fanning noto`g`ri maqsadi va noto`g`ri usullari, din va sxolastika tomonidan ilmiy taraqqiyotga to`sqinlik qilinishi deb biladi. "Sxolastlarning ta`limoti va usullari sababli hozirgi axvolga ko`ra tabiat haqida gap ochish mashaqqatli va xavfliroq bo`lib qoldi" deb yozadi Bekon va Aristotelning tikanakdek qaysar falsafasi keragidan ziyod din bilan qorishib ketganligini e`tirof etadi. Bekon, fanning maqsadi sxolastlarning besamar fikrlashlari emas, balki inson hayotiga "yangi kashfiyotlar va manfaatlar" keltirishi kerak deb o`ylaydi. Sxolastika va sxolastik o`qitish ilmiy taraqqiyotga to`sqinlik qiladi: "Fanlarda va san`atlarda konlardagi kabi, barcha narsa yangi ishlar va olg`a intilishi bilan shovqin solib turishi kerak".

Buning uchun nima qilmoq lozim? Buning uchun, Bekon fikricha, fanga to`g`ri usul va ishni to`g`ri tashkillashtirish bilan yordam berish mumkin. Uningcha, inson ongini yanglishish manbai bo`lmish inson idrokiga xos "ruhlar" tajovvuz qilishadi, aql osongina yakka faktlarni umumlashtiraoladi va haqiqatga mos kelmaydigan xulosalarga keladi, u ishongan narsalardan osonlikcha voz kechaolmaydi, unga qandaydir inertlik xos. U turli effektlarga, ya`ni, "uni tezda va to`satdan qoyil qoldiradigan narsalar"ga faolroq ta`sirlanadi.

Undan so`ng, inson "o`zi ixtiyor etgan, istagan narsaning haqiqiyligiga tezroq ishonadi". Haqiqatni bilishligiga tuyg`ularimiz nomukammalligi ham halaqit beradi, u tufayli "jismlardagi zarrachalarning nozik o`zgarishlari yashirincha qoladi". Bularning barchasi inson tabiatiga bog`liq bo`lib, bularni Bekon "Nasl ruhlari" deb atadi. "g`or ruhlari" aql-zakovatning individual xususiyatlariga bog`liqdir. Ayrimlar qadimiylikni qadrlaydilar, boshqalari yangilikni qabul qiladilar va hokazo "Bozor ruhlari" oddiy gaplarni ishlatishdan, jamoa fikrlaridan paydo bo`lgan. Nihoyat, "Teatr ruhlari" hukm surgan nazariya, aqida va irimchilikdan kelib chiqqan. Bekon o`ylashicha, ana shunday "ruhlar"ning mavjudligi tufayli fikrlash ishlarida jiddiy qiyinchiliklar, tabiatni bilishlikdagi qiyinchiliklar kelib chiqadi. Shu "ruhlar"ni yengib o`tishda, haqiqatni izlashda to`g`ri usul yordam bermog`i lozim.

Bekon o`z davridagi olimlarni ikki guruhga, ya`ni, empirik va dogmatiklarga taqsimlaydi. Empiriklar chumolilar singari o`z iniga turli-tuman faktlarni tashmalaydilar, dogmatiklar esa, o`rgimchak singari, matoni o`zidan to`qiydilar. Bekon fikricha, fanda asalari singari, ya`ni, tashqi olamdan material topib rasional, samarali qayta ishlash zarurdir.

Bekon usuli negizida tajriba yotadi. Fan tajribaga, amaliyotga tayanmog`i lozim, induksiya usuli yordamida, ya`ni, xususiy faktlardan umumlashmalarga o`tib, ulardan "sabab va aksiomalar" yasab, xulosalar chiqarish kerak. Bu umumlashmalar qayta tajriba va amaliyotda sinab ko`riladi. "Bizning yo`limiz va bizning usulimiz... quyidagilardan iborat: biz empiriklar singari amaliyotni

amaliyotdan va tajribani tajribadan emas, balki, tabiatni to`g`ri talqin etuvchilari kabi, amaliyot va tajribadan sabab va aksiomalarni hamda sabab va aksiomalardan yana tajriba va amaliyotni olamiz". Shunday qilib, ilmiy haqiqatlar tajriba bilan amaliyotda sinab ko`riladi va o`z navbatida ularning o`zidan chiqariladi.

Induktiv usul tabiatshunoslikning rivojlanishida katta rol o`ynadi. Uzoq vaqtgacha ijtimoyi fan va sof matematikaga qarama-qarshi qo`yib fizika, kimyo, astronomiya kabi tabiiy fanlarni induktiv fanlar deb yuritilgan. Biroq, Bekon o`zi ham, nazariy tahlilisiz, matematikani qo`llamasdan induksiya to`liqsiz va mukammal bo`laolmaydi deydi: "Barchasidan ham tabiiy tadqiqot, ya`ni, matematika orqali tugallangan fizika, yaxshiroq olg`a siljiydi". U atomistika dunyoqarashini ma`qullab: "har bir tabiiy harakat eng kichik zarrachalar tufayli bajariladi" deb ta`kidlaydi.

Muhimi shuki, Bekon fanni moliyalashtirish va ilmiy muassasalarni tashkillashtirish zarurligini yaxshi tushungan. O`zining fantastik tugallanmagan "Yangi Atlantida" asarida u "Sulaymon Uyi" deb nomlangan ana shunday muassasa rasional tuzilgan jamiyat uchun naqadar ahamiyatli ekani haqida bayon etadi.

Va haqiqatdan ham, ilmiy rivojlanish ehtiyoji ilmiy jamiyat va akademiyalar ko`rinishidagi yangi muassasalarni bunyodga keltirdi. Ana shunday birinchi akademiya - Florensiyalik tajriba akademiyasi - 1657 yilda Florensiyada Galiley shog`irdlari tomonidan tashkil etilgan edi.

Florensiyalik akademiklar jami to`qqiz nafar bo`lib, birgalikda tajribalar qo`yib, ularni munozara qilishardi, ular keyinchalik, 1667 yilda bosib chiqarilgan akademiya ishlarining to`plamida bayon etilgan. Xuddi shu yili Papa doiralari talabiga binoan akademiya homiysi Toskana gersogining akasi Leopold Medichi akademiyani yopishga majbur bo`ladi. Shunday yo`l bilan cherkov Galileyning ilmiy merosini yo`q qildi va shu bilan ilmiy musobaqada peshqadamlikni boshqa davlatlarga berib qo`ygan italyan faniga katta zarar yetkazildi.

Florensiyadan ham avvalroq, 1645 yildan boshlab Londonda tabiiy fanlar ishqibozlari to`garagi yig`ila boshladi. Angliyada bu paytlarda fuqarolar urushi avj olgan edi, inqilobiy hodisalarning rivojlanishiga qarab to`garak a`zolari bo`lindilar, ayrimlari Londonda qolgan bo`lsalar, qolganlari Oksfordda yig`ilardilar. qayta tiklangandan so`ng to`garak yana Londonda to`planadigan bo`ldi va tashkiliy jihatidan shakllanib, 1660 yil 28 noyabrda rasman qirollik boshqaruvidagi Londonlik qirollik jamiyati deb atala boshladi. Jamiyat "quruq so`zga ishonish mumkin emas" shiori ostida "eksperimental falsafada muvaffaqiyatlarga erishish uchun" tashkil etilib, hanuzgacha Angliyaning oliy ilmiy muassasasi, ya`ni Ingliz fanlar Akademiyasi sifatida mavjuddir.

Xuddi shunday yig`inlar qirqinchi yillarda Parijda ham bo`lib o`tdi. Keyinchalik Lyudovik XIV qirolining vaziri Kolber Parijda fanlar Akademiyasini ochish haqida taklif kiritganidan so`ng u 1666 yilda ta`sis etiladi. Shundan so`ng ilmiy jamiyat va akademiyalar boshqa davlatlarda ham tashkil etildi. Pyotr I o`zining Yevropa bo`ylab safarida, jamiyat prezidenti lavozimida Nyuton bo`lgan chog`ida ingliz qirollik jamiyati bilan tanishadi. Imperator lavozimini egallagandan so`ng Pyotr I Parijga boradi hamda Parij fanlar Akademiyasiga tashrif buyuradi. U

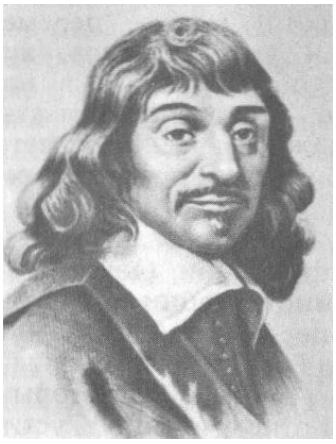
Rossiyada oliy ilmiy muassasaning tuzilishi zarurligini yaxshi tushungan. U Yevropa olimlari bilan uzoq vaqt davom etgan muzokaralarni olib borgan va 28 yanvar 1724 yilda Peterburg fanlar Akademiyasini ta`sis etishga doir farmonni imzolagan. Akademiya Pyotr vafotidan keyin, 1725 yildan, ya`ni, birinchi akademiklar Peterburgga yetib kelganlaridan so`ng o`z ishini boshlagan.

Ilmiy jamiyat va akademiyalar hanuzgacha sxolastikaga bandi bo`lgan eski universitetlar o`rniga yangi fan markazlariga aylandilar. Biroq, o`zgarishlar universitetlargacha ham yetib keldi, ular ham sekin astalik bilan ilmiy harakatga tortila boshladilar. Masalan, 1669 yildan 1695 yilgacha I.Nyuton Kembridj universitetida professor bo`lganini aytib o`tish kifoya.

Fanning rivojlanishi ilmiy ma`lumot rivojlanishini talab etadi. Bunday ma`lumotning odatiy shakli shaxsiy mulokot va o`zaro yozishma, undan tashqari, albatta, kitoblardir. Galiley davrida ilmli rohib Mersenn (1588 - 1648) yashagan, u akustikaga doir o`zining kashfiyotlari bilan taniqli bo`lgan. Biroq, uning hayotidagi asosiy mazmuni yozishmalar orqali olimlarning o`zaro ma`lumotlarini almashinuvini tashkil qilish bo`ldi, u yozishmani o`z davridagi barcha yetakchi olimlari bilan saqlab kelgan va ular orasidagi o`ziga xos aloqa markazi vazifasini o`tagan. Mersenni "matbuot-kishi" deb atashgan. Biroq, inson yo`q bo`ldi, undan tashqari, fanning rivoji shunchalik ulkanlashib ketdiki, bitta daho barcha ilmiy ma`lumotlarni to`play olmasdi, natijada "matbuot-kishi" o`rniga ilmiy oynomalar (jurnallar) paydo bo`ldi. 1665 yildan boshlab Londonlik qirollik jamiyatning ishlari (Philosophical Transactions), undan so`ng Parij fanlar akademiyasining ishlari chiqa boshladi. 1682 yildan Leypsigda "Acta Eruditorum" nomli ilmiy jurnal chiqaboshladi. Ilmiy matbuot hanuzgacha ilmiy ma`lumotning asosiy shakli bo`lib hisoblanadi.

Shunday qilib, fanning rivoji Bekon g`oyalarini tasdiqlab borayotgan edi: tajribaviy tabiatshunoslik jamiyatdagi dunyoqarash faktlarning biriga aylandi va fan rivojlanishining yangi tashkiliy shakllari yaratildi. Bu, albatta, fan Bekon chizib bergan yo`lidan rivojlanib ketayapti degani emas. Bekon o`z davrining ilg`or kishisi sifatida fanning jamiyat taraqqiyotidagi ahamiyatini, texnika rivojlanishidagi rolini, universitetdagi sxolastik fanning muvaffaqiyatsizligi sabablarini bilaolgan va tabiatshunoslik rivojlanishidagi tajriba hamda amaliyotning rolini to`g`ri tushungan. XVII asrda fan jamiyatda ishlab chiqarishining rivojiga yordam beraoladigan tan olingan ijtimoiy kuchga aylandi. Fan dinning xizmatkorligidan dunyoqarashning mustaqil ijtimoiy shakliga aylandi.

Shunday qilib, XVII asrda bo`lib o`tgan ilmiy inqilob haqida gapiraolamiz, uning natijasida bizga ma`lum bo`lgan shakl va bilishlik usullariga ega mumtoz fizika (va nafaqat fizika) paydo bo`ldi. Bilishlik usullari haqida gapirganda, eslatib o`tish joizki, zamonaviy fanda induktiv usuli bilan bir qatorda deduktiv usul ham keng qo`llaniladi, unda kam sonli bo`lgan tamoyillardan xususiy holdagi elementlar topiladi va sinaladi. Masalan, mumtoz mexanika Nyuton qonunlaridan yoki dinamikaning variasion tamoyillaridan, makroskopik elektrodinamika Maksvell tenglamalaridan va hokazo rivojlanib boradi. Deduksiya usuli Bekondan so`ng fransuz faylasuf Rene Dekart (1596 - 1650) tomonidan 1637 yilda bosilib chiqqan "Usul haqida fikrlar" kitobida rivojlantirilgan va asoslantirib berilgan.



R. Dekart

Biroq, Dekartni deduktiv, Bekonni esa, induktiv usullarning asoschilari deb hisoblamoq qo`pol xatodir. Ikkala usul ham qadimgi Yunonistonda paydo bo`lgan va Bekon hamda Dekart ularni tabiatshunoslikga moslashtirib rivojlantirganlar. Bunda Bekon deduksiyaning, Dekart esa tajriba va induksiyaning ahamiyatini inkor etmaganlar. Ilmiy usul induksiya va deduksiyaning dialektik hamkorligiga asoslangan, va buni ikkala buyuk faylasuf yaxshi tushunganlar. Biroq, Bekon tajriba va induksiyaning yetakchi rolini ta`kidlagan bo`lsa, Dekart mantiqiy tahlil va to`g`ri fikriy xulosalarni birinchi o`ringa qo`ygan. Uningcha, fikriy xulosalar asosida aniq va sodda tamoyillar hamda xulosalarning qat`iy mantiqiy ketma-ketligi mujassamlashgan bo`lishi kerak. Dekartning xulosalarida matematika birlamchi o`rinni egallaydi.

U yozgan edi: "Geometrlar o`zining eng qiyin isbotlariga yetish uchun odatda qo`llaydigan sodda va jo`n xulosalarning uzun zanjirlari menda insonlar bilishi mumkin bo`lgan barcha narsalar o`zaro xuddi shunday ketma-ketlikda joylashadi degan tasavvurni uyg`otdi. Shunday qilib, agarda haqiqiy bo`lmagan narsani haqiqiy deb tan olishdan extiyot bo`lsa va birini ikkinchisidan chiqarishdagi tartibi saqlansa, unda yetib bo`lmaydigan olisdagi haqiqat ham, yechib bo`lmaydigan sirli narsa ham bo`lishi mumkin emas".

Shunday qilib, Dekartga binoan, geometr, ya`ni matematiklarning usulini qo`llab, tabiatni o`rganishda ulkan muvaffaqiyatlarga erishish mumkin. Bu usul uchun yetib bo`lmas haqiqat, "echib bo`lmaydigan sirli narsa ham" yo`q. Matematik usulning qudratiga ishonch Dekartga xos, va u Galileyni alohida qadrlardi, chunki "u matematik fikrlash orqali masalalarni o`rganishga harakat qilardi".

Biroq, XVII asr fizikasining asosiy muammosi harakat qonunlari edi. Matematikani harakatga qanday tadbiq etsa bo`ladi? Va bu yerda hal qiluvchi kashfiyot Dekartga taalluqlidir: u matematikaga o`zgaruvchan kattaliklarni kiritdi, geometrik tasavvurlar bilan algebraik tenglamalar orasidagi moslikni o`rnatdi, tahliliy (analitik) geometriyaga asos soldi. Bu yerda u ilk bor o`zining usulini qo`lladi: "Fandagi haqiqatni barcha izlaganlar orasida faqatgina matematiklar qandaydir isbotlarni, ya`ni, ayrim aniq va o`z-o`zidan ko`rinib turgan narsalarni topgandek bo`ldilar, va men ham ular aniqlagan narsalardan boshlashim kerak edi deb shubha qilmadim". Bunday boshlanishning natijasi "Usul haqida fikrlar" kitobiga keltirilgan "Geometriya" ilova bo`ldi. Unga boshqa ilovalardan "Dioptrika" va "Meteorlar"ni aytish mumkin.

1644 yilda Dekart "Falsafa asoslari" deb nomlangan katta asarni bosib chiqaradi. Unga 1633 yildayoq bosib chiqarmoqchi bo`lgan Dekartning olam, kosmos haqidagi asarlari kiritilgandi. Galiley ustidan o`qilgan hukmni eshitgach, u o`zining asarini bosib chiqarishga shoshilmadi va o`n bir yil o`tgandan so`ng kengaytirilgan va qayta ishlangan ko`rinishda e`lon qildi. Bu asarda u o`zining

uslubiy qoidasiga amal qilgan holda, ya`ni, asos uchun eng sodda va aniq qoidalardan foydalangan holda tabiat nazariyasini yaratishdagi ulkan dasturini bayon etdi. "Usul haqida fikrlar"idayoq Dekart ularning ixtiyoriysini, xatto "Men borman" holati haqiqiyligiga shubha bilan qarab, turli boshlang`ich qoidalarni tahlil qilib chiqdi. Biroq, fikrlash jarayoniga shubha qilib bo`lmaydi, chunki bizning shubhamizning o`zi fikrdir. Dekartning mashhur so`zi, ya`ni, "Men fikrlayapman, demak, men borman" ana shundan kelib chiqqan. O`zining ta`limotini cherkov ayonlaridan himoya qilish maqsadida Dekart Xudo va Xudo tomonidan yaratilgan tashqi olam mavjudligi haqida gapiradi. Biroq, cherkov ayonlarini aldab bo`lmadi, ular Dekart tizimining materialistik mazmunini aniqlayolishdi, va hayotining so`nggi yillarida Dekart Shvesiyada boshpana izlashga majbur bo`ldi, o`sha yerda u olamdan o`tdi. O`zining usuliga sodiq Dekart material olamda eng asosiy va soddarog`ini axtaradi va uni ko`lamlikda topadi.

Dekartning materiyasi - bu sof ko`lamlik, Koinotning o`lchab bo`lmaydigan uzunligi, kengligi va chuqurligini to`ldirib turuvchi material fazodir. Materiyaning qismlari doimo harakatda bo`lib, bir-biriga to`qnashib ketganda o`zaro ta`sirlashadilar.

Material zarralarning o`zaro ta`sirlashuvi asosiy qonun va qoidalarga amal qiladilar.

"Birinchi qoida quyidagidan iboratdir: materiyaning aloxida bo`lgan har bir zarrachasi boshqa bir zarra bilan to`qnashib uning holatini o`zgartirmaguncha xuddi o`sha avvalgi holatda qolishini davom ettiradi".

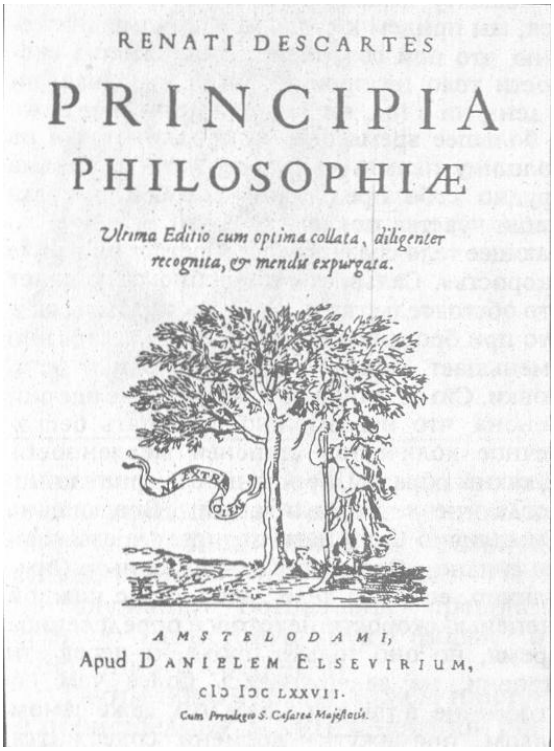
"Ikkinchi qoida sifatida men quyidagini taxmin qilaman: agarda bir jism boshqasi bilan to`qnashganda, u to`qnashish paytida o`zi yo`qotgan harakatdan boshqasini beraolmaydi, shuningdek, bir vaqtning o`zida o`ziga qabul qilaolganidan ortig`ini ham ololmaydi".

"Uchinchi qoida sifatida men qo`shimcha qilishim mumkinki, garchi jism harakatlanayotganda uning yo`li egri chiziq shaklida bo`lsada, va biror bir harakatni aylanma ko`rinishida bo`lishini ta`minlab bo`lmasada, shunga qaramay, jismning har bir aloxida zarrachasi harakatini har doim to`g`ri chiziq bo`ylab davom ettirishga intiladi".

Bu "qoidalar"da inersiya qonuni va harakat miqdori saqlanish qonunining shaklu-shamoyilini ko`rishadi. Galileydan farqli, Dekart tortishish ta`siridan chetlashaoladi, biroq uni ham harakat va o`zaro ta`sirlashuvga keltiradi hamda inersial harakatning to`g`ri chiziq yo`nalishi bo`ylab sodir etilishini eslatadi. Lekin, u keltirgan qoidaning shaklu-shamoyili Nyutonnikidan hali farqlanadi, u tekis va to`g`ri chiziqli harakat holati haqida emas, balki, termin mazmunini tushuntirmasdan, umuman holat haqida gapiradi.

"Asoslar"ning mazmunidan ko`rinib turibdiki, materiya bo`laklarining holati ularning miqdori bilan ("materiya miqdori"), shakli, harakat tezligi va tashqi zarralar ta`siri ostida bu tezlikni o`zgartiraolish xususiyati bilan tavsiflanadi. Bu xususiyatni inersiya bilan almashtirish mumkin, unda Dekart yozgan xatlarining birida juda qiziq ta`kidni uchratamiz: "Ishonch bilan ta`kidlash mumkinki, tosh juda tez yoki juda sekin harakatlanayotganda yangi harakat yo`nalishini yoki tezligini oshirishni qabul qilishda turlicha moslashgan bo`ladi".

Boshqacha so`z bilan aytganda, Dekart jismning inersiyasi uning tezligiga bog`liqligini ta`kidlayapti. Taniqli rus fizik N.A.Umov 1896 yilda bu sitatani keltira turib, Dekartning bu ta`kidi naqadar muhimligini ko`rsatadi va nur tezligiga yaqin tezliklarda jism massasi ortib borishi haqida fikr bildiradi. Ma`lumki, tezlik ortishi bilan massaning ortishi haqidagi qonun Eynshteyn tomonidan nisbiylik nazariyasida, J.J.Tomson tomonidan esa elektromagnit inersiya uchun o`rnatilgan edi.


RENATI DESCARTES
PRINCIPIA
PHILOSOPHIÆ
Ultima Editio cum optima collata, diligenter recognita, & mendis expurgata.
AMSTELODAMI,
Apud DANIELEM ELSEVIRIUM,
clɔ Iɔc LXXVII.
Cum Privilegio S. Cæsareæ Majestatis.

R. Dekartning “Falsafa asoslari” asari

Dekart xatlarida inersiya qonuni tamoyili so`zma-so`z Nyuton ta`rifiga mos tushuvchi joylari xam uchraydi: "Taxmin qilayapman, harakatning tabiati shundayki, agar jism harakatga kelgan bo`lsa, shuning o`zi u o`sha tezlik bilan va o`sha yo`nalishda to`g`ri chiziq bo`ylab, toki u to`htatilmaguncha yoki boshqa biror sabab bilan yo`nalishidan chetlashmaguncha davom etishi yetarlidir".

Dekartdagi tezlik moduli va yo`nalishining saqlanish tamoyili shu bilan qiziqarliki, uning tasavvuricha, olamda bo`shliq mavjud emas va har qanday harakat siklik qaytalanib turuvchidir: materiyaning bir qismi ikkinchisining o`rnini, unisi boshqasining va hokazo o`rnini egallaydi. Natijada butun Koinot uyurmali harakat bilan to`lgan. Koinotdagi harakat materiya kabi abadiydir (garchi Dekart materiya va harakatni Olloh irodasi bilan yaratilganligini yozsada, keyinchalik xudo olib tashlanadi va tabiat o`z qonunlariga bo`ysungan holda harakatlanadi), va olamdagi barcha hodisalar materiya zarralarining harakatiga keltiriladi. Avvaliga bu harakatlar xaotik tarzda va tartibsiz bo`lgan, bu harakatlarning natijasida zarralar saralangan va parchalangan.

Dekart aytishicha, zarralarning uch xil turi (uchta birlamchi element) mavjud, ular yer zarralari, havo (osmon) zarralari va olov zarralaridir. Eng yirik zarralar - bu yer zarralari bo`lib, ular osmon zarralaridan iborat muhitga qorishilgan, bunga yana quyoshni tashkil etuvchi olov zarralari ham qo`shilgan. Yumaloq, harakatlanuvchan "osmon" zarralarning uyurmali harakatlari yer elementlaridan tashkil topgan sayyoralarni ergashtirib turadi. Koinot butkul shunday uyurmali sohalarga taqsimlangan, ularni zamonaviy galaktikalarning ajdodi deb hisoblash mumkin. Dekartning kosmogonik gipotezasi ana shunday ko`rinishga ega.

Dekartning fizikasida kuchlarga, ayniqsa, bo`shliqaro masofada ta`sir etuvchi kuchlarga o`rin yo`q. Olamning barcha hodisalari to`qnashayotgan zarralarning harakati va o`zaro ta`sirlashuvlaridan iborat deb yuritiladi. Bunday fizikaviy dunyoqarash fan tarixida Dekartning lotincha talaffuzidagi Karteziy

nomidan kartezian ta`limot nomini olgan. Kartezianlik dunyoqarash fizika rivojlanishida katta rol o`ynadi va kuchli o`zgargan shaklda bizning davrimizda xam saqlanib qolgan. Maydon va moddaning yagona nazariyasini yaratishga urinishlarning barchasi, umuman olganda, Dekartning uzluksiz materiya va saqlanib qoluvchi mexanik harakat asosida olamning fizik tasavvurini yaratishning Dekartcha urinishini yangicha yondashgan holda takrorlaydilar.

Eksperimental fizikaning birinchi muvaffaqiyatlari

Shunday qilib, taxminan XVI asrning qirqinchi yillaridan XVII asrning qirqinchi yillarigacha, ya`ni Kopernikdan davridan Galileygacha o`tgan vaqt orasida, o`rta asrlik fan va dunyoqarashning tajriba hamda amaliyotga tayangan yangicha fan va yangicha dunyoqarash bilan almashinuvchi murakkab inqilobiy jarayon bo`lib o`tdi. Kopernik, Bruno, Kepler, Galiley tomonidan olamning geliotsentrik tizimini asoslash va mustahkamlashga doir, Bekon, Galiley, Dekart tomonidan peripatetik uslubiyat va fanni tanqidiga va yangicha fanning uslubiy asoslarini ishlab chiqishiga doir katta ishlar amalga oshirildi. Butun insoniyat madaniyati va ijtimoiy dunyoqarashni rivojlantirish uchun mislsiz katta ishning muvaffaqiyati ko`p holda qo`lga kiritilgan konkret ilmiy va amaliy natijalarga bog`liq bo`lib qoldi. Yangi fan va yangicha dunyoqarash o`zining haqligini va kuchini samarasiz so`z o`yinlari bilan emas, balki ishlari bilan isbotlar edi. Shu tariqa XVII asr ilmiy inqilob g`alabasi bilan nishonlandi.

Eksperimental va matematik usulning muvaffaqiyati avvalo mexanikada ko`rinib qoldi. O`z davridayoq Leonardo da Vinchi mexanikaning statik va dinamik masalalariga yangicha yondoshgan edi. XVI asr antik ilmiy merosning o`rganish asri bo`ldi. Kommandino (1509 - 1575) Yevklid, Arximed, Geron, Iskandariyalik (Aleksandriyalik) Papp asarlarini tarjima qildi. Kommandino shog`irdi, Galileyning do`sti va homiysi Gvido Ubaldi del Monte (1545 - 1607) 1577 yilda statikaga doir asar yozadi, unda u qadimgilarning ishlarini bayon etadi va qiya richag muvozanatiga doir masala Leonardo tomonidan yechilganini bilmagan holda mustaqil yechimini topib, rivojlantiradi. Gvido Ubaldi fanga "moment" terminini kiritadi. Umuman olganda, bu termindan XVI asr oxiri va XVII asr boshlarida keng foydalanishgan, masalan, uni Galiley ham ishlatgan, lekin Ubaläida u zamonaviy "kuchning statik momenti" tushunchasiga yaqinroq bo`lgan. Gvido Ubaldi, richag muvozanati uchun kuch qiymatlari bilan tayanch nuqtadan kuch (yuk) ta`sir etish chiziqlariga tushirilgan perpendikulyarlarning uzunligi muhimligini ko`rsatadi. Richagda kuch ta`sirini belgilovchi ikkala omilning jamlanmasini u moment deb ataydi va richag muvozanati shartini momentlar tengligi ko`rinishida shakllantirib beradi.

Statikaning muammolariga yangicha yondoshishni biz matematikaga o`nlik kasrlarni kiritgan gollandiyalik muhandis va matematik Simon Stevinning (1548 - 1620) "Statikaning asoslari" deb nomlangan klassik asarida ko`rishimiz mumkin. Stevinda matematik yondoshish tajriba va amaliyot bilan mujassamlashgan. Stevin risolasining titul varag`ida qiya tekislikda joylashgan va zanjirlar bilan bir-biriga biriktirilgan sharlar tasvirlangan. Tasvir ustida "Ham mo`jiza, ham mo`jiza emas" deb yozilgan. Rasmdagi qiya tekislikning gipotenuzasi gorizontal joylashgan

to`g`ri burchakli uchburchak ko`rinishida tasvirlangan. Gipotenuzani aylanib o`tayotgan zanjirning qismi katetlariga yopishgan bo`laklariga nisbatan uzunroq va undagi sharlar soni ko`proqdir. Kattaroq qismi og`irroq bo`lgani uchun katta katetga yopishgan zanjirning og`irroq qismi tortib ketishi, natijada zanjir harakatga kelishi lozimdek tuyuladi. Lekin bunda sharlar taqsimoti tasviri o`zgarmas bo`lib qolayotganligi sababli harakat abadiy davom etishi lozim. Abadiy harakat bo`lishi mumkin emas deb hisoblaydi Stevin, bundan ikkala katetdagi sharlarning og`irlik ta`siri (zanjirning pastki qismi simmetrik bo`lgani uchun hech qanday ahamiyatga ega emas) bir xil bo`lishi kerak degan taxminga keladi. Bundan u, tekislikning balandligi uning uzunligiga qanchalik kichik bo`lsa, qiya tekislik bo`ylab yukni tushirayotgan kuch xam yuk og`irligidan shunchaga kichik bo`lishi kerak degan xulosaga keladi. Mana shunday yo`sinda Arximed, arab va yevropalik muhandislar yechaolmagan masala hal etildi.

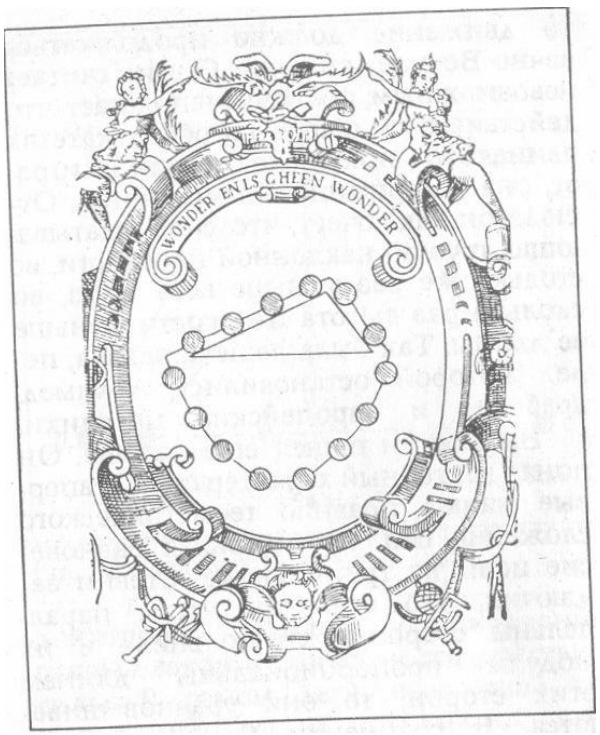
Biroq, Stevin olg`a yana bir qadam tashlaydi. U kuchning vektorli xususiyatini tushunib yetdi va ilk bor kuchlar yig`indisining geometrik qoidasini topdi. Uchburchakdagi zanjirlarning muvozanatiga qarab Stevin agarda uchta kuch uchburchakning yonlariga parallel va ularning modullari shu yonlarning uzunliklariga proporsional bo`lsa, unda bu kuchlar muvozanatlashadilar, deb xulosa chiqaradi. Stevin asarida, shuningdek, polispastga taalluqli ehtimol bo`lgan siljishlarning tamoyili xam mavjud: polispastda kuchdan qanchalik yutilsa, yo`ldan shunchalik yutqaziladi, ya`ni, kichik yuk kattaroq yo`lni bosib o`tadi.

Stevin risolasining gidrostatikaga bag`ishlangan uchinchi qismi muhimdir. Og`ir suyuqlikning muvozanat shartlarini o`rganish uchun Stevin qotirish tamoyilidan foydalanadi - muvozanatlashgan jismning qismlari qo`shimcha bog`lanishlarga ega bo`lsalar, ya`ni, qotib qolsalar, muvozanat buzilmaydi. Shuning uchun, og`ir suyuqlikning muvozanatlashgan massasidan hayolan ixtiyoriy hajm ajratib olinsa va bu hajm qotib qolgan deb hisoblansa, bunda muvozanat buzilmaydi. Unda u shu jism hajmidagi suv og`irligiga teng jismni tasavvurlaydi. Jism muvozanatda bo`lgani uchun uni o`rab turgan suyuqlik tomonidan og`irligiga teng va yuqoriga yo`nalgan kuch ta`sir etadi.

Jismni xuddi shunday shakl va hajmga ega jismga almashtirsak, uni o`rab turgan suyuqlik o`zgarmas bo`lib qolgani uchun har doim jism hajmidagi suyuqlik og`irligiga teng kuch bilan ta`sir etadi.

Arximed qonunining bunday ajoyib isboti darsliklarga kiritilgan.

Shundan so`ng Stevin mantiqiy fikrlash yo`li hamda tajribadagi tasdig`i bilan idish tubiga suyuqlikning og`irlik bosimi tubining sathi va suyuqlikning og`irligiga bog`liqligini va idish shakliga bog`lanmasligini isbotlab beradi. Ancha vaqtdan so`ng bu



Stevin asarining titul varag’i

gidrostatik paradoksni kam tarqalgan golland tilida yozilgani tufayli Stevin asaridan bexabar bo`lgan Paskal qayta ochadi.

Amaliyotchi-kemasoz sifatida Stevin jismlarning suzish shartlarini ko`radi, suyuqlikning yon devorlarga hosil qiladigan bosimini hisoblaydi, kema qurish uchun muhim bo`lgan masalalarning yechimini topadi.

Shunday qilib, Stevin Arximed natijalarini nafaqat tikladi, balki rivojlantirdi ham. Undan statika va gidrostatika tarixida yangi bosqich boshlanadi.

Stevin bilan deyarli bir vaqtda va undan mustaqil ravishda statika masalalarini Galiley ham hal qilib kelgan. U ham qiya tekislikdagi jism muvozanati qonunini topadi va batafsil o`rganib chiqadi.

Galileyning mexanik tadqiqlarida qiya tekislik muhim rol o`ynagan. Galiley soddaroq va o`zgargan ko`rinishda Arximedning richag qonuni isbotini tikladi. U uni ehtimol siljish mumkin bo`lgan tamoyiliga tayangan holda qayta asoslab berdi (hali aniq shaqllanmagan bu tamoyildan Galiley qiya tekislik qonunini ham asoslagan).

Galileyning 1612 yilda bosilib chiqqan "Suvdagi jismlar haqida fikrlar" asari Arximed qonuni va jismlarning suzish shartlari muhokamasiga bag`ishlangan. Galileyning bu asari ham yangicha dunyoqarash va yangi fizika fani uchun uzluksiz kurashi bilan bog`liq. U "Men haqiqiy muhokamani yozishga qaror qildim, unda men Aristotel bilan nuqtai nazarlarimiz tez-tez qarama-qarshi bo`lishini, va bu o`z ixtiyorimga ko`ra emas, uni o`qimaganim yoki tushunmaganim uchun ham emas, balki ishonarli isbotlar kuchi tufayligina sodir etilishini ko`rsatishga umid qilaman" deb yozadi. Bu asarida u Yupiter yo`ldoshlarining yangi tadqiqotlari, kashf etgan quyosh dog`larining kuzatuvlari orqali u o`z o`qi atrofida sekin-asta aylanayotganini bilish mumkinligi haqida yozadi.

Asarining asosiy mavzusiga o`tar ekan, Galiley jismlarning suzishi avvalo jism shakliga bog`liq deb hisoblayotgan peripatetiklar bilan bahslashadi. Arximed qonuni va suzib yuruvchi jismlar nazariyalarining asoslanishiga o`ziga xos yondoshilgan. U chegaralangan hajmda jismning xulqini ko`rib chiqadi va berilgan og`irlikdagi jismni ko`tarib turaoladigan suyuqlik og`irligi haqida masala qo`yadi.

Dinamikani asoslashda Galileyning asosiy xizmati. Bu masalaga doir aytilgan gaplarga ozgina, lekin, muhim qo`shimcha kiritishimiz lozim. Jismlar tushish tezligi massaga proporsionaldir degan Aristotelning fikrini inkor eta turib, Galiley erkin tushish tezlanish jism massasiga bog`liq emasligi haqida fundamental qonunini kashf etadi. Galiley ko`rsatishicha, agarda havo qarshiligi hisobga olinmasa, unda tushish tezligi barcha jismlar uchun bir xil bo`lib, tushish vaqtga proporsional, erkin tushishda esa, bosib o`tilgan yo`l vaqt kvadratiga proporsionaldir.

Tekis tezlanuvchan harakat qonunini kashf qilgan Galiley bir vaqtning o`zida kuchning mustaqil ta`siri qonunini xam ochadi. Haqiqatdan xam, agarda tinch holatdagi jismga og`irlik kuchi ta`sir etib, birinchi sekundida unga ma`lum bir tezlikni bag`ishlasa, ya`ni tezlikni noldan qandaydir chegaraviy qiymatgacha (9,8 mG`s) o`zgartirsa, keyingi sekundda u harakatga tushib bo`lgan jism tezligini yana xuddi shunday qiymatga o`zgartiradi. Ana shu narsa tushish tezligi tushish

vaqtiga proporsionalligi qonunida akslantirgan. Biroq, Galiley bu bilan cheklanib qolmadi, va gorizontal otilgan jismning harakatini kuzatayotib, uning tushish tezligi jismga berilgan gorizontal tezlikka bog`liq emasligini qat`iy uqdiradi: "Ajoyib narsa emasmi, - deydi "Dialog"dagi Sagredo, - qandaydir yuz tirsak balandlikdan tikka tushish uchun juda kichik vaqt ketgan chog`da, to`pdan porox kuchi bilan otilgan yadro esa, to`rt yuz, ming, to`rt ming, o`n ming tirsak yo`lni bosib o`tadi va barcha gorizontal otilishlarda havoda bir xil vaqt qoladi".

Galiley gorizontal otilgan jismning traektoriyasini ham ko`rib chiqadi. "Dialog"da uni aylananing yoyi deb hisoblab, xatoga yo`l qo`yadi. "Suhbatlar"da u xatosini tuzatadi va jismning harakat traektoriyasi parabola ekanini topadi.

Erkin tushish qonunlarini Galiley qiya tekislik ustida tekshiradi. U, tushish tezligi qiya tekislikning uzunligiga emas, balki faqat uning balandligiga bog`liq ekani haqida muhim faktni o`rnatadi. Undan so`ng, ma`lum balandlikdan qiya tekislikga dumalab tushgan jism ishqalanish bo`lmaganda xuddi shunday balandlikga ko`tarilishini ham aniqlaydi. Shuning uchun ham, chetga surilgan kapgir (mayatnik), yo`l shaklidan qat`iy nazar, muvozanat holatidan o`tib, yana deyarli xuddi shunday balandlikga ko`tariladi. Shunday qilib, Galiley tortishish maydonning konservativ xarakterini ochadi. Tushish vaqtiga kelsak, tekis tezlangan harakat qonunlariga binoan u tekislik uzunligining kvadrat ildiziga proporsionaldir. Aylana yoyi va uni tortib turgan vatar bo`ylab jismning dumalab tushish vaqtlarini taqqoslagan Galiley aylana bo`ylab tezroq tushishini topadi. Shuningdek, u yoy uzunligi, ya`ni, aylana yoyi izoxron ekan deb taxmin qiladi. Galileyning bu ta`kidi kichik yoylar uchun o`rinlidir, biroq u muhim ahamiyatni kasb etdi. Aylana mayatnik tebranishlarining izoxronligidan Galiley vaqtni o`lchashda foydalangan va kapgirli (mayatnikli) soatni ixtiro qilgan. Soatining konstruksiyasi bayonini bosib chiqarishga u ulgurmadi. Bu narsa uning vafotidan so`ng bosib chiqarildi, biroq ungacha kapgirli soatlarga Gyuygens tomonidan patent olingan edi.

Mayatnikli soatning ixtiro qilinishi ulkan ilmiy va amaliy ahamiyatga ega edi va buni Galiley sezdi. Gyuygens sikloida izoxron bo`lishini ko`rsatib, Galileyning xatosini tuzatdi hamda o`zining soatida sikloidal mayatnikdan foydalandi. Biroq nazariy jihatdan to`g`ri sikloidal mayatnik amalda noqulay ekanligi aniqlandi va amaliyotchilar galileycha, doiraviy mayatnikga o`tishdi, mexanik soatlarda hanuzgacha undan foydalaniladi.

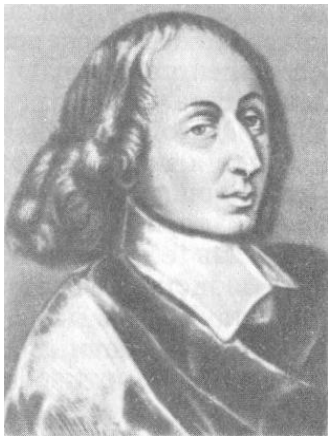
E. Torrichelli

Evandjelista Torrichelli (1608 - 1647) burchak ostida gorizontga boshlang`ich tezlik bilan otilgan jism harakati haqidagi masalaning yechimi bayon etilgan o`zining asari bilan Galileyning e`tiborini tortadi. Torrichelli otilgan jismning uchish traektoriyasi parabola ekanini aniqlagan, uchishning balandligi va masofasini hisoblagan va berilgan boshlang`ich tezlikda bosib o`tiladigan eng katta masofa gorizontga nisbatan 45° burchak ostida otilgandagina erishish mumkinligini ko`rsatgan. Torrichelli parabolaga urinmalar tuzish usulini ishlab chiqqan. Egri chiziqlarga urinmalarini topish masalasi differensial hisob paydo bo`lishiga olib keldi. Galiley Torrichellini o`ziga shog`ird sifatida taklif qiladi va ilmiy merosini unga vasiyat etib ketadi.

Torrichelli nomi ilk bor atmosfera bosimi mavjudligini isbotlagan va "Torrichelli bo`shlig`i"ni hosil qilgan inson sifatida fizika tarixiga abadiy kirib keldi. Galiley o`z davridayoq florensiyalik quduq qazuvchilari kuzatuvlari asosida ma`lum bo`lishicha, suv odatda 10 metrni tashkil etgan qandaydir balandlikgacha ko`tarilishini ta`kidlagan. Galiley bundan qandaydir o`lchamga ega aristotelcha "bo`shliqdan xavfsirash" deb nomlanuvchi qiymatidan oshmasligi mumkin degan xulosaga keladi.

Torrichelli yanada uzoqroqni ko`raoldi va tabiatda bo`shliq ham bo`lishini ko`rsatdi. Biz o`z bosimiga ega havo okeani tubida yashayapmiz degan tasavvurda u Vivianiga (1622 - 1703) bir tomoni kavsharlangan va simob bilan to`ldirilgan nay yordamida shu bosimni o`lchab ko`rishni taklif etadi. Nay simob bilan to`ldirilgan idishga to`nkarilganda simob oxirigacha oqib ketmaydi, balki ma`lum balandlikda to`htaydi, natijada nayning tepa qismida simob ustida bo`shliq hosil bo`lardi. Simob ustunining og`irligi atmosfera bosimini o`lchaydi. Shunday yo`sinda dunyoda ilk bor barometr yasalgan edi.

Torrichellining kashfiyoti ulkan ahamiyatga ega bo`ldi. Peripatetik fizikaning yana bitta dogmasi quladi. Dekart shu zahotiyok turli balandlikdagi atmosfera bosimini o`lchash g`oyasini taklif etdi. Bu g`oya fransuz matematigi, fizik va faylasuf Paskal tomonidan amalga oshirildi. Geometriyadagi, sonlar nazariyasi, ehtimollik nazariyasi va boshqa yutuqlari bilan tanilgan ajoyib matematik Blez Paskal (1623 - 1662) fizika tarixiga suyuqlik bosimining har tomonlama tekis uzatilishi haqidagi Paskal qonuni, o`zaro ulangan idishlar va gidravlik press nazariyalari bilan kirib keldi. 1648 yilda Paskal iltimosiga ko`ra uning qarindoshi yordamida Pyui de Dom tog`ining etagida va uchida Torrichelli tajribasi o`tkazildi va balandlikka ko`tarilgani sari havo bosimi tushib borishi aniqlandi. Ravshan bo`lishicha, Paskal tomonidan 1644 yilgacha tan olinib kelingan "bo`shliqdan xavfsirash" Torrichelli aniqlagan simob bosimi havo holatiga bog`liqligi fakti hamda bu natijaga zid edi.



B. Paskal

Torrichelli tajribasi asosida ilmiy meteorologiya paydo bo`ldi. Torrichelli kashfiyotining keyingi rivojlanishi havo nasoslarning ixtiro qilinishiga, gazlarning elastikligi qonuni kashfiyotiga va issiqlik texnikasining rivojlanishiga olib kelgan atmosfera bug`idan ishlaydigan mashinalar ixtiro qilinishiga olib keldi. Shunday qilib, fan yutuqlari texnikada xizmat qilaboshladi. Mexanika bilan birgalikda optika ham rivojlanib bordi. Bu yerda amaliyot nazariyadan o`tib ketdi. Nur sinish qonunlarini hali bilmagan gollandiyalik ko`z oynak ustalari ilk bor optik nayni yasadilar. Bu qonunni Galiley ham, Kepler ham bilmaganlar, biroq, Kepler linza va linzalar tizimidagi nur yo`nalishini to`g`ri chizaolgan. Sinish qonunini gollandiyalik matematik Villebrord Snellius (1580 - 1626) topgan. Biroq, u uni e`lon qilmagan. Ilk bor bu qonunni Dekart o`zining 1637 yilda bosilib chiqqan "Dioptrika" asarida e`lon qilgan va bir muhitdan ikkinchi muhitga o`tishda tezligi o`zgarib turgan zarrachalar modeli yordamida asoslab bergan. Bu kitob "Usul haqida fikrlar" asariga ilova bo`lib, unga amaliyot bilan bog`liqligi xosdir. Dekart optik shisha va ko`zgularni tayyorlash amaliyotidan chiqqan holda yana amaliyotga kaytadi. U shisha va ko`zgularda hosil bo`ladigan optik buzilishlarni bartaraf etish vositalarini, sferik aberrasiyani yo`qotish vositalarini axtaradi. Bu maqsadda u turli shakldagi akslantiruvchi va sindiruvchi sirtlarni, ya`ni, elliptik, parabolik va hokazo sirtlarni tadqiq etadi.

Umuman olganda, XVII asr optikasi uchun amaliyot bilan, optik ishlab chiqarish bilan bog`likligi xos. U davrning yirik olimlari, xususan, Galiley ham, optik asboblarni o`zlari yasardilar, shishalar sirtlariga ishlov berardilar, amaliyotchilarning tajribalarini o`rganar va takomillashtirardilar. Torrichelli tomonidan tayyorlangan linzalar sirtlari shu darajada mukammal ishlangan ediki, zamonaviy tadqiqotchilar sirtlarning sifatini tekshirishda u interferension usulidan foydalanishni bilgan deb taxmin qiladilar. Gollandiyalik faylasuf Spinoza optik shishalar tayyorlash orqali tirikchilik qilgan. Boshqa gollandiyalik - Levenguk - ajoyib mikroskoplar yasagan va mikrobiologiyaga asos solgan. Snellius va Levenguk zamondoshi Nyuton teleskop ixtirochisi edi hamda sabot bilan sirtlarni silliqlab va ishlov berib o`z qo`li bilan teleskoplarni yasagan. Optika sohasida fizika texnika bilan yonma-yon qadam tashlab bordi va bu bog`lanish hanuzgacha uzilayotgani yo`q.

Dekartning optikadagi yutuqlaridan yana biri kamalak nazariyasi bo`ldi. U yomg`ir tomchisida nur yo`nalishini to`g`ri tuzaoldi va birinchi, yorqin yoy tomchida ikki marotaba sinish va bir marta akslanishdan, ikkinchi yoy esa, ikki marotaba sinish va ikki marta akslanishdan hosil bo`lishini ko`rsatdi. Shunday qilib, Kepler tomonidan kashf qilingan to`liq ichki akslanish hodisasi Dekartning kamalak nazariyasida qo`llanildi. Biroq, Dekart kamalak ranglarining sabablarini tadqiq qilmadi. Kamalakni tadqiq qilishda Dekartning o`tmishdoshi, inkvizitsiya qamog`ida vafot etgan Dominis kamalak ranglarini suv bilan to`ldirilgan shisha sharlar yordamida amalga oshirgan (1611).

Elektr va magnetizm sohalarida tadqiqotlarga ingliz qirolichasining shahsiy shifokori Uilyam Gilbert (1540 - 1603) tomonidan yozilgan va 1600 yilda bosilib chiqqan "Magnit, magnit jismlar va ulkan magnit - Yer haqida, yangicha fiziologiya" kitobi bilan asos solindi. Gilbert birinchi bo`lib kompasdagi magnit milining xulqiga to`g`ri izoh beraoldi. Gilbertdan avval o`ylashlaricha, uning uchi osmondagi qutbga "intilmaydi", balki Yer magnit qutblari bilan tortiladi. Kompasning mili Yer magnetizmidan, ya`ni, hozirda tushuntirilishicha, Yer magnit maydonidan ta`sirlanadi.

Gilbert magnitli temirdan shar yasadi va ana shu "terrella" yoki "ercha" deb nomlangan modeli yordamida o`zining g`oyasini tasdiqladi. Kichkinagina milcha yasab, uning og`ishini va kenglik o`zgarishi bilan og`ishining burchagi o`zgarishini ham namoyish etib yurdi. Gilbert o`zining terrellasida magnit og`ishini namoyish etaolmas edi, chunki terrellaning qutblari bir vaqtning o`zida geografik qutblari ham edi.

Undan so`ng Gilbert temir o`zak yordamida magnitli ta`sirlashuvini kuchaytirishini kashf etdi va uni temir magnitlanishi tufayli sodir bo`lishini to`g`ri tushuntirib berdi. U temir va po`lat magnitdan uzoqroqda bo`lganda ham magnitlanishini aniqladi, bu hodisa magnit induksiya deb ataladi.

U temir simlarni Yer magnit maydoni yordamida magnitlashga muvaffaq bo`ldi. Gilbert temirdan farqli magnit uzoqlashtirilgandan so`ng ham po`lat o`z magnitli xususiyatini yo`qotmasligini qayd etdi. U, magnit sindirilganda har doim ikkita qutbga ega magnitlar hosil bo`lishini, shuning uchun ikkita magnit qutblarni ajratish mumkin emasligini ko`rsatib, Peregrin kuzatuvlariga aniqlik kiritdi.

Gilbert elektr hodisalarni o`rganishda ham katta ishlar qildi. Turli tosh va moddalar bilan tajriba o`tkazib, yana boshqa jismlar ham, masalan, olmos, sapfir, ametist, tog` billuri, oltingugurt, saqich va boshqalar qahrabo kabi ishqalanish natijasida yengil jismlarni o`ziga tortish xususiyatiga ega ekanligini aniqladi, Gilbert ularni elektrli, ya`ni, qahraboga o`xshash deb nomladi. Qolgan boshqa jismlar, va birinchi navbatda metallar, bunday xususiyatga ega emasdi, ularni Gilbert "noelektrli" deb atadi. Fanga ana shunday tarzda "elektr" termini kirib keldi va elektr hodisalarni sistematik o`rganishiga asos solindi. Gilbert magnit va elektr hodisalar o`xshashlik masalasini ko`rib chiqdi va bu hodisalar tubdan farqlanishi va bir-biri bilan bog`liq emas degan xulosaga keldi. Bu xulosa fanda ikki yuz yildan ortiq vaqt, ya`ni Ersted elektr tokdagi magnit maydonini kashf qilgunga qadar, saqlanib keldi.

Gilbert kitobi haqida "Men bu muallifni ko`klarga ko`taraman va unga havas qilaman" deb yozgan edi Galiley o`zining "Dialog"ida. "Shuningdek, u ko`plab yangi va ishonchli kuzatuvlarni olib borgani uchun ham maqtovga sazovordir, ... va men shubha qilmaymanki, vaqt o`tishi bilan bu yangi fan yangicha kuzatuvlar, va ayniqsa, to`g`ri hamda taqozo etuvchi isbotlar yo`li bilan takomillashib boradi. Biroq, bundan birinchi kuzatuvchining shon-shuhratiga putur yetmasligi lozim".

Bu yerda issiqlik hodisalarni o`rganishga doir bir necha og`iz gap qo`shishimiz kerak. Aristotelcha fizikada issiqlik va sovuq birlamchi sifatlardan biri edi va shuning uchun ular ustidan so`nggi tahlil o`tkazilmasdi. Albatta, "qiziganlik darajasi" yoki sovuq haqida tushunchalar ilgari ham bo`lgan, insonlar

qattiq issiqni ham, qattiq sovuqni ham qayd etganlar. Biroq, faqat XVII asrdan boshlab haroratni inson sezishlariga nisbatan ob`ektiv bo`lgan ko`rsatkichlardan foydalanishga urinishlar paydo bo`laboshladi. Eng birinchi termometr, to`g`rirog`i, termoskop Galiley tomonidan yasalgan edi. Galiley vafotidan so`ng issiqlik hodisalarni o`rganishni florensiyalik akademiklar davom ettirishdi. Termometrlarning yangi shakllari paydo bo`ldi. Nyuton zig`ir yog` asosida termometr yasadi.

Biroq, haroratni o`lchash ishlari faqatgina XVIII asrda, o`zgarmas nuqtalarga ega termometrlarni yasash o`rganilgandan so`nggina o`zini o`nglab oldi. Har qalay, Galiley davrida issiqlik hodisalarni o`rganishga ilmiy yondoshish sezilib qoldi. Issiqlik nazariyasini yaratishda ilk bor urinishlar ham bo`ldi. qiziqarlisi shuki, Bekon o`zining usulini aynan issiqlikni o`rganishga tadbiq etmoqchi bo`lgan.

Bekon juda katta miqdorda, shular jumlasidan, tekshirilmagan faktlarni ham to`plagan, ularni o`zi o`ylab topgan "Musbat instansiya" va "Manfiy instansiya" jadvaliga joylashtirgan va issiqlik mayda zarrachalar harakatining shaklidir degan to`g`ri xulosaga kelgan.

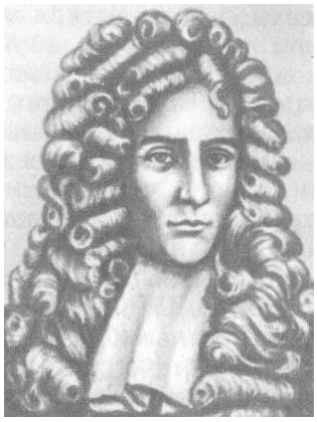
V BOB. GELIOTSENTRIK TIZIM UCHUN KURASHNING YAKUNLANISHI

Eksperimental fizikaning keyingi muvaffaqiyatlari

Cherkov Brunoni yoqib yuborishi, Kopernik ta`limotini ta`qiqlashi, Galiley ustidan hukm chiqarishi bilan olimlarni qo`rqitib qo`ymoqchi va yangicha g`oyalarning tarqalishini oldini olishga umid qilgan edi. U haqiqatdan ham ayrimlarni cho`chitib olishga muvaffaq bo`ldi. Masalan, o`zining "Kosmogoniya"sini tugatgan Dekart Galiley ustidan hukm o`qilganini eshitib, uni bosib chiqarishdan bosh tortdi. Biroq, yangicha ilmiy harakatning tarqalishini to`htatib bo`lmadi. Galileydan o`rnak olgan boshqa davlatlardagi olimlar intensiv tarzda eksperimental tadqiqotlar va ilmiy tushunchalarni rivojlantirish bilan shug`ullanardilar, shu bilan Kopernik tizimini fizik asoslanishiga zamin tayyorlardilar, bu narsa XVII asr oxirida Nyuton tomonidan amalga oshirildi. Galileydan so`ng eksperimental fizika erishgan yangi muvaffaqiyatlariga nazar solaylik.

Eng avvalo Torrichelli kashfiyoti bilan bog`liq muvaffaqiyatlarni qayd etish lozim. Peripatetiklar hanuzgacha eskicha "bo`shliqdan xavfsirash"dan tutib turishar va Torrichelli tajribasiga turlicha tushuntirishlar o`ylab topardilar. Londonlik qirollik jamiyati asoschilaridan biri, atoqli kimyogar va tajribachi Robert Boyl (1627 - 1691) Torrichelli nayidagi simob ko`zga ko`rinmas iplar bilan tutilib turadi degan peripatetiklarning fikrlarini inkor etish maqsadida havoning elastikligini tadqiq etishga qaror qildi. Qisqaroq tomoni kavsharlangan U-simon nayni olib, ochiq tomoniga simob quyib, u siqilgan havoning elastik orttirmasi bilan simob ustuni muvozanatlashganini ko`rsatadi. Boyl yordamchisi Tounli ochiq va yopiq tirsaklardagi simob ustuni balandliklari yozuvlarini tahlil qilib, orttirma va simob ustuni balandligi hamda yopiq tirsakdagi havo hajmi orasidagi teskari proporsionallik munosabatini payqaydi. Boyl bu qonuniyatni atmosfera bosimidan

ortiq va kam bo`lgan holatlarni izchil o`rganib chiqadi va hozirda uning nomi bilan atalgan qonunni kashf etadi. O`zining tajribalarini u 1662 yilda bosilib chiqqan "Havo elastikligi va og`irligiga doir doktrinaning himoyasi" asarida bayon etdi.



R. Boyl

O`n to`rt yildan so`ng fransuz abbat Mariottning (1620 - 1684) "Havo tabiatiga doir tajriba" nomli asari bosilib chiqadi, unda Mariott Boyldan mustaqil ravishda bajargan va yuqoridagi natijalarga olib kelgan o`xshash tajribalarni bayon etadi. Tarix Mariottga nisbatan xayrixoh bo`ldi, va Boylning ustunligiga qaramay, ikkalasining nomini bir-biriga qo`shdi. Hozirda Boyl - Mariott qonuni har bir o`quvchiga tanish, lekin uni Boyl - Tounli qonuni deb atalishi haqiqatga yaqinroq bo`lardi.

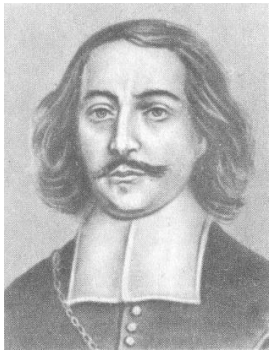
Boyl hormay - tolmay tajribalar o`tkazdi. Uning havo elastikligiga doir ishlar havo nasosining ixtiro qilinishiga olib keldi. U nasos yordamida havoni so`rib olinganda simob ustunining kamayishini, past bosimda suvning ertaroq qaynashini (qaynash nuqtasining pasayishi), vakuumda sifonning ishlamasligini va boshqalarni aniqladi. Bu tajribalar 1660 yilda bosilib chiqqan "Havo elastikligiga doir yangi fizik-mexanik tajribalar" asarida bayon etildi.

Havo nasosi bilan tajribalarni o`tkazganidan uch va gaz qonuni kashfiyotidan bir yildan so`ng Boyl "Ranglarga doir tajriba va fikrlar" ishini e`lon qildi, unda u sovun ko`pigi va shisha sharlarning yupqa devorlari kabi yupqa sirtlardagi interferension hodisalar haqida bayon qildi. Boyl ranglar jismlarning o`ziga xos ayrim sifatlar degan peripatetiklarning tasavvurlaridan chetlashdi va ranglar akslangan nur miqdoriga bog`liqdir deb tushuntirdi.

Boyl kimyoda ham katta yutuqlarga ega. Uning "Skeptik kimyogar" asari alkimyodan farqli yangicha, ilmiy kimyoning asosi deb tan olinadi. Boyl aristotelcha va alkimyodan farqlanadigan elementning yangicha tushunchasini kiritdi. Shuningdek, u kimyoga atomistikani ham kiritdi. Shu bilan birga Boyl o`z davrining xato bo`lgan ko`pgina tasavvurlarini ham qabul qilib olgan, keyinchalik Boyl tajribalarini tekshirgan Lomonosov uning metallar qizdirilganda og`irligi ortishi haqidagi noto`g`ri ta`kidini inkor etdi. Kavsharlangan idishlarda metallarni qizdirib tajriba o`tkazgan Lomonosov metall va idishning umumiy og`irligi o`zgarmas qolishini aniqlagan va "Robert Boyl fikri noto`g`ridir" deb yozgan. Bu tajribalar orqali Lomonosov ilk bor kimyoviy reaksiyalarda moddaning og`irligi saqlanish qonunini topdi, shu bilan birga yonish nazariyaning to`g`ri yo`nalishi kashf etilishiga sababchi bo`lgan Lavuaz`ye tajribalariga yo`l ochib berdi.

Zamonaviy vakuum nasoslarining ajdodi bo`lmish havo nasosi XVII asrning elliginchi yillarida bo`shliqning mavjudligi doktrinasini qabul qilgan va tajriba o`tkazish uchun bo`shliqni yetarli miqdorda olishni o`ziga maqsad qilib qo`ygan magdeburgli burgomistr Otto Gerike (1602 - 1686) tomonidan ixtiro qilingan edi. Avvaliga u bo`shliqni bochkadan suvni so`rib olish yo`li bilan olmoqchi bo`ldi, biroq bunga erishaolmadi, chunki shu zahotiyok suv o`rnini havo egallardi. Bochkani mis sharga almashtirib, undan nasos yordamida havoni so`rib olayotgan Gerike siyraklashish darajasi ortgan sari nasos porsheni kuchli qarshilikga

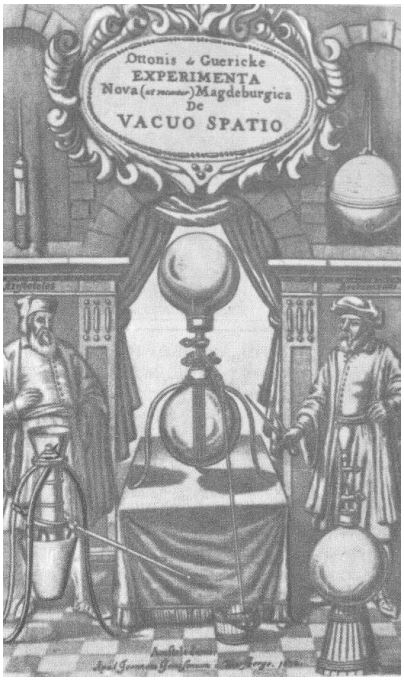
uchrashini payqadi. Gerike nasos silindrini polga qotirilgan uch oyoqli taglikga maxkamladi va porshen shtoki dastasini richag bilan almashtirdi. Bu nasos yordamida u atmosfera bosimining ulkan kuchini namoyish etuvchi bir qancha ko`rgazmali tajribalarni, shu jumladan, 1654 yil 8 mayda reyxstag a`zolari oldida namoyish etgan magdeburglik yarimsharlar ustida olib borgan mashhur tajribasini ham o`tkazdi.



O. Gerike

Gerike o`tkazgan tajribalarini namoyon etuvchi ajoyib tasvirlarga ega uning "Magdeburgda o`tkazilgan bo`sh fazoga doir yangi tajribalar" kitobi 1672 yilda bosilib chiqdi. Tasvirlarga ega kitob atmosfera kuchi haqida yorqin tasavvurni berardi, va ko`pchilikda bu kuchdan foydalanish imkoni haqidagi fikr albatta paydo bo`lardi.

Gerike tajriba o`tkazishga moxir edi. U barometrni, termometrni takommillashtirdi, birinchi elektr mashinani qurdi. Gerikening mashinasi temir o`qda aylanadigan oltingugurtli shardan iborat edi. Aylanayotgan shar qo`l bilan ishqalanardi. Gerike ilk bor elektr itarilishni, elektr o`tkazuvchanlikni, chirsillash bilan o`tuvchi arzimas elektr chaqnashlarni kuzatardi. Afsuski, Gerike o`z mashinasini qorongulikda ishlatib ko`rmagan, so`zsizki, unda hosil bo`ladigan nurlanish e`tiborini elektr tajribalarni o`tkazishga qaratgan bo`lardi.



O. Gerikening “Yangi tajribalar” asarining titul varag’i

Xristian Gyuygens havo nasosga "qo`ng`iroqli liqopcha"ni kiritdi. Shuningdek, Gyuygens past bosimlarni o`lchash uchun mo`ljallagan simobli manometrni ham ixtiro qildi. Bug` qozonni, shuningdek, bug` mashinaning atoqli ixtirochisi Deni Papen (1647 - 1714) nasosdagi kranni klapan bilan almashtirdi. Birinchi bug`-atmosferali suv ko`taruvchi mashina 1698 yilda Severi tomonidan loyihalashtirilgan edi.

Galiley va Dekartlardan so`ng optika o`zining rivojlanishini davom ettirdi. Galiley shog`irdi matematik Kaval`yeri (1598 - 1647) ikki yoqlama qavariq va ikki yoqlama botiq linzalar uchun

$$\frac{R_1 + R_2}{R_1} = \frac{2R_2}{F},$$

munosabatni topdi, bu yerda R_1 va R_2 – linzalarni chegaralovchi sferik sirtlarning radiuslari bo`lib, bunda $R_2$ ga parallel nurlarning dastasi tushuvchi sirtdir. Kaval`yeri formulasi linzalarning n = 1,5 bo`lgan fokus masofasini ifodalovchi xususiy xoldir. Linzaning umumiy formulasi Edmund Galley (1656 - 1742) tomonidan 1693 yilda olindi.

Sinish qonunining karteziancha asosini mashhur matematik Pyer Ferma (1601 - 1665) tanqid qildi, u Dekartdan farqli ravishda sinish qonunni nur tarqalishining eng kam vaqt tamoyili asosida chiqardi. Fizikada bu tamoyil katta

rol o`ynadi. 1648 yilda chex olim Ioxannes Markus Marsi (1595 - 1667) prizmatik ranglar hodisasini tasvirlab berdi. U kamera-obskura tuynugi oldiga prizmani qo`yib, kameraning orqa tomonida spektrni oldi, uni u har bir rang o`z sinish xususiyatiga mos keladi deb to`g`ri tushuntirdi. Shuningdek, u har bir monoxromatik bo`lak keyinchalik prizmadan qayta o`tganda parchalanmasligini ko`rsatdi. Shunday qilib, Marsini Nyutonning optik kashfiyotlariga bevosita ajdodi deb hisoblashimiz mumkin.

1665 yilda iyezuit olim Grimaldining (1618 - 1663) optika tarixida katta rol o`ynagan asari bosilib chiqdi. Bu asarda ilk bor difraksiya hodisasi bayon etilgandi va nurning to`lqinli tabiati haqida fikr bildirilgan edi. 1669 yilda daniyalik olim Erazm Bartolin (1625 - 1698) island shpatida nurning qayta sinish hodisasini tasvirlab berdi. Parij rasadxonasida ishlagan boshqa daniyalik olim Ole Ryomer (1644 - 1710) Yupiter yo`ldoshlarining tutilish jadvalini tuzish chog`ida bu tutilishlarning davriy kechikishini topdi, uni u nurning tezligi cheklanganligi bilan izohladi. Usha paytlarda nur haqidagi Gyuygensning lotin tildagi asari bosilib chiqqan edi, qayta ishlangan nashri 1690 yilda fransuz tilda bosilib chiqdi. Gyuygensning "Nur haqida risola"si fan tarixiga to`lqinli optikaga doir birinchi ilmiy asar sifatida kirdi. Ushbu risolada hozirda Gyuygens tamoyili nomi bilan tanilgan to`lqin tarqalish tamoyili ifodalangan; bu tamoyil asosida nurning akslanish va sinish qonunlari chiqarilgan, kristalldagi turli yo`nalishlardagi nurning tarqalish tezligi turlicha bo`lishi, natijada to`lqin sirti sferik emas, balki ellipsoidal bo`lishi kerak degan tasavvurlardan kelib chiqqan holda island shpatidagi nurning qayta sinish nazariyasi rivojlantirilgandi.

Gyuygensning bir o`qli kristallarda nurning tarqalish va sinish nazariyasi optikaning ajoyib yutug`i bo`ldi. Gyuygens, shuningdek, ikkinchi kristallning birinchisiga nisbatan ma`lum vaziyatlarida ulardan o`tayotgan nurlarning bittasi yo`qolishini tasvirlab bergan. Shunday qilib, Gyuygens nurning qutblanishini aniqlagan birinchi fizik edi.

Gyuygens o`zining risolasida ranglar hamda nur difraksiyasi haqida og`iz ochmaydi. Uning risolasi faqat to`lqinli nazariyasi nuqtai nazaridan akslanish va sinish, shu bilan birga, qayta sinish hodisalarni asoslab berishga bag`ishlangan. Ehtimol, XVIII asrda Lomonosov va Eyler tomonidan quvvatlanishiga qaramay Gyuygens nazariyasi tan olinmasligiga uning shu risolasi sababchi bo`lgandir, u faqatgina Frenel tomonidan XIX asr boshida to`lqinli nazariyani yangicha asosda tiklagandan keyingina tan olindi.

Xristian Gyuygens, gollandiyalik ma`rifatli dvoryan Konstantin Gyuygensning o`g`li, 1629 yil 14 aprelda tug`ilgan. Otasi unga matematika va mexanika asoslaridan boshlang`ich saboq berdi va o`g`lini yurist etib yetishtirmoqchi bo`ldi, shu maqsadda Xristian o`n olti yoshga to`lishi bilan uni huquqshunoslikni o`rganishga Leyden universitetiga yubordi. Universitetda yuridik fanlar bilan shug`ullanib yurgan Gyuygens bir vaqtning o`zida matematika, mexanika, astronomiya, amaliy optika bilan ham qiziqadi. Moxir usta, u mustaqil ravishda optik shishalarni silliqlab, o`zi takommillashtirgan astronomik nay yordamida Saturnning xalqalarini va yo`ldoshlarini kashf etdi.

Saturn xalqalarini ilk bor Galiley Saturnni ikki chekkasidan "qo`ltiqlab turuvchi" o`simtalar shaklida kuzatgan edi. Biroq Galileyning nayi yetarlicha ajrataolish kuchiga va kattalashtirishga ega emas edi. Xalqalarning ko`rinishi ingichka chiziqqa aylangandan so`ng Galiley ularni payqamay qoldi va ularni boshqa eslamadi. Butun ilmiy faoliyati jarayonida Galiley ishini davom ettirgan Gyuygens Saturn sirining yechimini topdi va ilk bor uning mashhur xalqalarini tasvirlab berdi.

X. Guygens

Gyuygensning muhim kashfiyotlaridan biri mayatnikli soatning ixtiro qilinishi bo`ldi. U o`zining ixtirosi uchun 1657 yil 16 iyunda patent oldi va 1658 yilda bosib chiqarilgan kichkinagina asarida tasvirlab berdi. Gyuygens ixtirosining nazariy asoslari haqida 1673 yilda chiqqan "Mayatnikli soatlar" asarida bayon etilgan. Bu asarida Gyuygens sikloida izoxronlik xususiyatga ega ekanligini e`tirof etadi va sikloidaning matematik xususiyatlarini tahlil qiladi.

Og`ir nuqtaning egri chiziqli harakatini tadqiq etgan Gyuygens Galiley aytib o`tgan g`oyalarini rivojlantirib, qandaydir balandlikdan turli yo`llar bo`ylab tushayotgan jism qandaydir chegaraviy tezlikga ega bo`lishini va bu tezlik yo`l shakliga emas, balki faqat tushish balandligiga bog`liq bo`lishini, shuningdek, qarshilik bo`lmasa, avvalgi balandlikga qo`tarilaolishini ko`rsatadi. Bu narsa, umuman olganda, og`irlik maydonida harakat uchun energiyaning saqlanish qonunini ifodalaydi, bundan Gyuygens fizik mayatnik nazariyasida foydalangan. U mayatnikning keltirilgan uzunligi uchun ifodasini topadi, tebranish markazi tushunchasini va uning xossalarini e`tirof etadi.

Matematik mayatnikning sikloidal harakati va aylanma mayatnikning kichik tebranishlari uchun formulasini u quyidagicha ifodalaydi: "Aylanma mayatnikning bitta kichik tebranishining vaqti mayatnikning ikkilangan uzunligidan tushish vaqtiga nisbati xalqaning aylanasi diametri nisbatiga teng", bundan (zamonaviy belgilarida): $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ kelib chiqadi.

Muhimi shundaki, Gyuygens asarining so`nggida markazga intilma kuch haqida ta`kidlar aytib o`tadi va markazga intilma tezlanish tezlik kvadratiga proporsional hamda aylananing kvadratiga teskari proporsionalligini e`tirof etadi. Bu natija markaziy kuchlar ta`sirida jismlarning Nyutoncha harakati nazariyasiga zamin yaratdi.

1663 yilda Gyuygens Londonlik qirollik jamiyati a`zosi, 1666 yilda esa Parij fanlar Akademiyasi a`zosi etib saylandi. Gyuygens Parijda 1681 yilga qadar yashadi, Nant verdikti (qarori) bekor qilingandan so`ng u protestant sifatida vataniga qaytdi.

Parijda bo`lgan chog`ida u Ryomerni yaxshi tanirdi, va keyinchalik nur tezligining aniqlanishiga olib kelgan kuzatuvlarida u Ryomerga faol yordam bergandi. Gyuygens birinchi bo`lib o`z asarida Ryomer natijalari haqida ma`lum

qilgan. Aytib o`tish joizki, nur tezligini aniqlashga ilk bor Galiley harakat qilib ko`rgan edi..

Dekart nur shu ondayoq tarqaladi deb hisoblagan. Bu xulosani u nurning chekli tezligida so`zsiz osmon yoritkichlari vaziyatlarining buzilishiga olib kelishi kerak deb asoslagan. Shunday aberrasiya haqiqatdan ham Djeyms Bradley (1693 - 1762) tomonidan 1728 yilda kashf etildi, bu esa, nur tezligini aniqlashning yangi usulini berdi.

Vataniga qaytgan Gyuygens optik muammolar bilan shug`ullanishini va optik shishalar tayyorlash ishlarini davom ettirdi. Shuningdek, u ko`p e`tiborini kosmologik va matematik muammolarga qaratgan edi. U 1695 yil 8 iyulda vafot etdi.

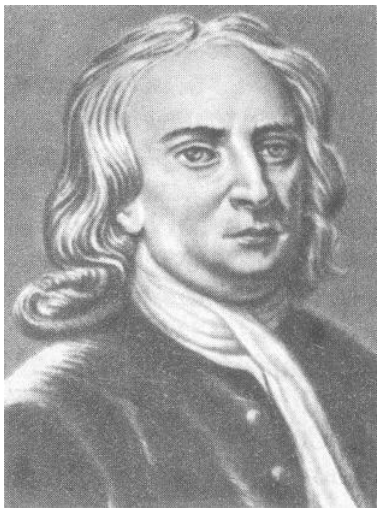
Gyuygensning mexanik tadqiqotlaridan, mayatnik va markazga intilma kuch nazariyalaridan tashqari 1668 yilda Londonlik qirollik jamiyati tomonidan e`lon qilingan konkurs masalasi yechimiga doir elastik sharlarning to`qnashish nazariyasi ham ma`lum. Gyuygensning to`qnashish nazariyasi tirik kuchlar saqlanish qonuni, harakat miqdori va Galileyning nisbiylik tamoyiliga asoslangan. Bu asar 1703 yilda, vafotidan so`nggina bosilib chiqqan.

Nyuton

Eksperimental tabiatshunoslikning qo`lga kiritgan natijalari buyuk ingliz olim Isaak Nyuton ishlarida o`z yakunini topdi. Nyutonning muhim muvaffaqiyatlaridan biri sayyoralar nazariyasining yaratilishi hamda u bilan bog`liq geliotsentrik tizimining fizik asoslanishiga zamin bo`lgan butun olam tortishish qonuni kashfiyoti bo`ldi. Nyuton Angliya, va nafaqat Angliyaning, balki butun fanning keyingi tarixiy rivojlanishiga ulkan ta`sir etgan mashhur tarixiy davrda yashadi va ijod qildi.

Nyuton eski sana bilan 1642 yil 25 dekabrda, ya`ni, yangicha sana bilan 1643 yil 4 yanvarda Linkoln (Linkolnshir) grafligining kichkinagina Vulstorp qishloqchasida, u tug`ilmasidan biroz oldinroq olamdan o`tgan qishloq fermeri oilasida tug`ildi. O`n ikki yoshigacha uni buvisi tarbiyaladi. O`n ikki yoshida Nyutonni Grantamdagi shahar maktabiga o`qishga berishadi. Maktabni bitirgach u tug`ilib o`sgan qishlog`iga qaytib keladi. Bo`lajak olimni qishloq fermeri bo`lishiga undashadi. Biroq o`smir qishloq xo`jalik ishlariga no`noqligi bilinib qoladi, natijada Kembridj universitetida tarbiya olgan tog`asining maslahati bilan u universitetga kirishga tayyorgarlik ko`rishi uchun Grantamga qaytib ketadi.

U davrda o`zining tuzilishi jihatidan universitet alohida - alohida kollejlar majmuasidan iborat bo`lib, ularning har biri mustaqil jamoa ko`rinishiga ega edi. Bu jamoa (fellou)ning a`zolari ruhoniylar ordeniga o`xshash yopiq tashkilotni tashkil etar hamda kollejda yashar va ishlardilar. Bu jamoaning o`qishga pulini to`lashga qurbi yetmaydigan a`zolarining eng qashshoq qismi, ya`ni, "sabsayzerlar", kollejning boshqa a`zolariga turli xizmatlar ko`rsatib kun ko`rishga majbur edilar. Nyuton ham 1661 yili "sabsayzer" sifatida Muqaddas Uchlik (Triniti-kollej) kollejiga qabul qilindi.



I. Nyuton

Nyutonning ustozlaridan biri Lyukas kafedrasida (kafedraga o`z mablag`ini meros etib qoldirgan, binobarin uning nomi bilan atalgan Lyukas ismli inson) professor unvonini egallab turgan Isaak Barrou edi. Barrou optikaga doir ma`ruzalarni o`sha davr uchun ancha yuqori saviyada o`qirdi (u, masalan, turli xususiy hollar uchun linzalarning tenglamalarini berardi), va Nyuton katta qiziqish bilan o`z ustozini tinglardi. Ularning ikkalasi o`rtasida samimiy do`stona munosabatlar o`rnatildi, va Barrou qobiliyatli o`quvchisida o`zining o`rinbosarini payqay boshladi. Nyuton bakalavr kichik ilmiy unvonini, keyingi, 1665 yilda esa, magistr ilmiy darajasini oldi. Shu yili vabo epidemiyasi avj oldi, va Nyuton Kembridjdan qishlog`iga ketib qoldi, u yerdan 1668 yilning kuzida qaytdi. qishlog`ida u juda ko`p va sabot bilan ishladi, uning ko`pgina buyuk kashfiyotlari qishloqdagi osudaligida pishib yetilgan edi. Tabiiyki, bir yildan so`ng, ya`ni, 1669 yili, o`zini diniy ishga bag`ishlamoqchi bo`lgan Barrou kafedrasini o`zining buyuk shog`irdiga topshirdi. Nyuton Kembridj professori bo`ldi.

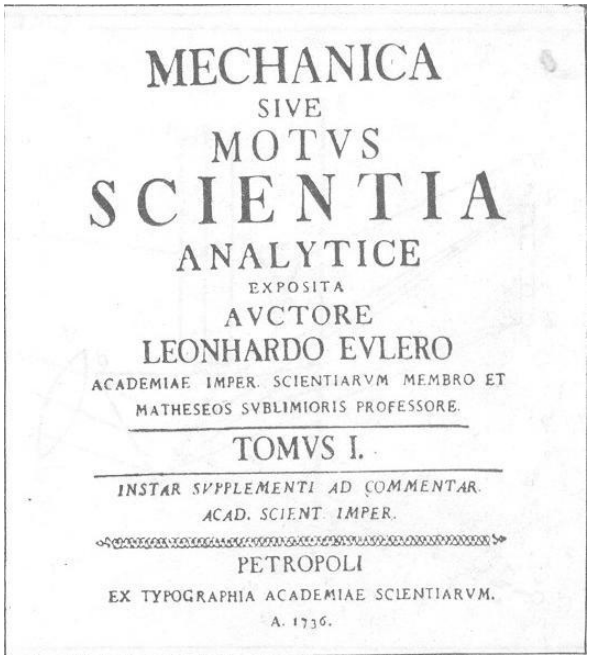
Nyutonning ilk bor ilmiy ishi optikaga taalluqlidir. 1665 yildayoq u prizmatik ranglarni tadqiq eta boshlagan edi. Bu tadqiqotning natijasida u ob`ektivi linzalardan iborat optik asbobni hech qanday vosita yordamida takommillashtirib bo`lmasligiga ishonch hosil qildi. Uning fikricha, xromatik aberrasiyani bartaraf etib bo`lmaydi. Shuning uchun u teleskopdagi linzalarni sferik ko`zgular bilan almashtirish lozim degan fikrga keladi. 1668 yili u ilk bor mitti reflektor modelini yaratdi. 1671 yilda Nyuton ikkinchi takommillashtirilgan reflektorni qurdi, bu ishi uchun u qirollik jamiyati a`zoligiga saylandi.

Nyutonning optikaga doir kashfiyotlar haqida o`qilgan xotiralari qirollik jamiyatining rasmiy tajribachisi Robert Guk (1635 - 1703) bilan bahslar ochilishiga sabab bo`ldi. Guk jamiyatga 1672 yilda taqdim etilgan nutqida va "Mikrografiya" kitobida to`lqinli nazariyani yoqlab chiqadi va nur to`lqinlarining ko`ndalangligi haqida fikr bildiradi.

Guk interferensiya va difraksiya hodisalarini tasvirlab beradi, biroq u to`lqinli nazariyani isbotlash uchun bu hodisalardan foydalanishga hali yetarli darajada tanish emas edi, bu narsani yuz ellik yildan so`ng Frenel uddalay oldi. Guk rashq bilan birinchilik masalasiga qarar edi, va Nyutondan nafaqat optikadagi, balki mexanikadagi kashfiyotlari yuzasidan ham munozaralar boshlardi. Nihoyat, sabri chidamagan Nyuton Guk tirikligida optikaga doir hech narsani e`lon qilmasligiga qaror qiladi va o`z so`zida turaoladi. Guk bilan munozaralarga sabab bo`lgan optikaga doir birinchi ikkita xotiradan tashqari Nyuton 1704 yilda "Optika"si bosilib chiqqunga qadar hech narsani e`lon qilmadi.

Umuman olganda, Nyuton o`z ishlarini bosib chiqarishni unchalik xushlamas edi, chunki deyarli har bir e`lon qilingan asari qiyin kechadigan tortishuvlarga, chunonchi, peshqadamlik sohasida ham bahslarga sababchi bo`lardi. Nyuton bilan reflektor ixtirosiga doir ham, yupqa sathlardagi hosil bo`ladigan ranglar tadqiqiga doir ham, tortishish qonuni kashfiyoti yuzasidan ham, differensial va integral hisoblashga doir ham, ya`ni, Nyutonning shonu shuhratini tashkil etgan deyarli barcha narsa yuzasidan bahslashishardilar. Nyutonga qanchadan-qancha g`am-alam keltirgan bu nohush narsalarda ajablanarli tomoni yo`q. Nyutonning kashfiyotlari "havoda uchib yurardi", ular o`sha zamondagi dolzarb ilmiy muammolar hisoblanardi, va bu muammolar ustida ko`pgina olimlar bosh qotirardilar hamda turli tomondan deyarli bir xil xulosalarga kelardilar. Mexanika, matematika va optika hal qiluvchi kashfiyotlarni qilish uchun yetilib qolgandi va Nyuton shu hal qiluvchi ishlarni to`laligicha va dohiyona bajargandi.

Zamondoshlari Nyutonning buyukligini sezishar, biroq, ayrimlar uchun u tushunarsiz bo`lib qolgan bo`lsa, boshqalar uchun esa, M.V.Lomonosov iborasi bilan aytadigan bo`lsak, "fanlar respublikasining" tenghuquqli a`zosi edi va u bilan hech narsadan tap tortmasdan bahslashish mumkin va shart deb tushunilardi. Faqat asrlar o`tishi bilan Nyutonning barcha zamondoshlar ustidan ko`tarilgan uning buyukligi va bajargan ishlarining ulkanligi ko`zga tashlandi. Biroq, zamondoshlari bilan og`ir kechuvchi munozaralar ayrim hollarda Nyutonning hech narsani bosib chiqarmaslik kabi qaror qabul qilishiga olib kelardi.


MECHANICA
SIVE
MOTVS
SCIENTIA
ANALYTICE
EXPOSITA
AVCTORE
LEONHARDO EVLERO
ACADEMIAE IMPER. SCIENTIARVM MEMBRO ET
MATHESEOS SVBLIMIORIS PROFESSORE.
TOMVS I.
INSTAR SVPPLEMENTI AD COMMENTAR.
ACAD. SCIENT. IMPER.
PETROPOLI
EX TYPOGRAPHIA ACADEMIAE SCIENTIARVM.
A. 1736.

L.Eyler “Mexanika”sining titul varag’i

Biroq, qo`yilgan muammolar hal qilinishi lozim edi. Sayyoralar harakatiga doir muammosi ustida Nyutonning ko`pgina zamondoshlari bosh qotirishgan. Astronom Galley Gyuygensning markazga intilma kuch mavjudligi sayyoralar harakat dinamikasini tushuntirishga imkon berishini payqadi va uni rivojlantirishga urinib ko`rdi. Ish jarayonida u katta qiyinchiliklarga uchradi va maslahat uchun Nyutonga murojaat qildi. Nyuton Galleyni qiynagan muammo to`laligicha hal etilgan qo`lyozmasini ko`rsatadi. Galley qat`iyat bilan buni bostirish zarurligini uqdira boshlaydi. Nyuton uzoq vaqt unamaydi. Faqat Kembridjdagi yuqoriroq mavqega ega odamlarni o`rtaga tushirgandan keyingina Galley Nyutonning qarshiligini yengaoldi. Nyutonni ishidagi ayniqsa olam tizimi haqida gapirilgan uchinchi qismi hijolat qilardi. Oxir oqibat Nyutonning "Tabiiy falsafaning matematik asoslari" Kopernik o`zining olam tizimini e`lon qilganidan 144 yil o`tgandan so`nggina, ya`ni, 1687 yilda bosilib chiqdi. Bu olam tizimi dinamik asosga ega bo`ldi va pishik ilmiy nazariyaga aylandi. Bir vaqtning o`zida Galiley tomonidan boshlab qo`ygan yangi mexanikani yaratishdek ish yakunlandi. Nyutonning uchta qonuni Galiley, Dekart, Gyuygens va boshqa olimlarning mumtoz mexanikani barpo etishga doir ishlarini yakunladi va uning samarali rivoji uchun mustahkam zaminni hosil qildi.

Nyuton oldindan ko`raolganidek, uning "Asoslari" og`ir va maxsus tilda yozilishiga qaramay, birinchi navbatda kartezianlar bilan faol munozaralarga sabab bo`ldi. Mutloq bo`sh fazoni va bo`shliq orqali masofada ta`sir etuvchi gravitasion kuchlarni taxmin qilish falsafiy bahslarni hosil qildi. Bunday bahslarda bu taxminlarni non va vinoning Iso Masihning jismi va qoniga ajoyib tarzda aylanish karomatining yevxaristik sirlari bilan bog`lagan cherkov namoyondalari ham qiziqib qoladilar.

"Asoslar"ning ikkinchi nashri tayyorlanayotganda unga muharrirlik qilgan kembridjlik matematik Kots ochiqdan ochiq diniy xarakterga ega so`zboshi bilan ta`minlaydi, bu bilan u kartezianlikga qarshi yo`nalishini kuchaytiradi. Nyuton

kitobining ikkinchi nashrini xuddi shunday xarakterga ega "Umumiy nasihat" bilan yakunlaydi. Unda u kartezian uyurmali konsepsiyasining noto`g`riligini ko`rsatadi va olamni Xudo qanday qilib boshqarishini tasvirlab beradi. Nyutonning "Nasihatlari"da ajoyib tarzda ham olim, ham dindor bir vaqtning o`zida chirmashib ketadi, ilmiy g`oyalar bilan teologik uydirmalar almashib turadi.

Nyuton diniy masalalar bilan jiddiy shug`ullangan. U "Doniyol payg`ambarning kitobiga izohlar", "Apokalipsis" va "Xronologiya"larning muallifi edi. Uning diniyligi katoliklarga qarshi bo`lganligi sababli, diniy kitoblari ham shunday xarakterga ega edi. Agarda bunga qo`shimcha sifatida Nyuton alkimyo bilan qiziqqanini va alkimyoviy tajribalar bilan shug`ullanganini hisobga olsak, u hali fan teologiya botqog`iga chuqur botgan davrining kishisi ekanligi bizga ayon bo`ladi.

Nyutonning siyosiy muammolardagi munosabatlarda ham o`z davrining o`g`loni edi. Uni Yoqub II Styuart davrida yuzaga kelgan katolik va absolyutist reaksiya befarq qoldirmadi, va u bunday tendensiyalarga qarshi Kembridjdagi norozilik harakatlarida faol ishtiroq etadi.

1688 yilda Vilãelì Oranskiy tahtga o`tirgandan so`ng Nyuton Kembridj tomonidan parlamentga nomzod etib saylandi. Yangi hukumat muomalada bo`lgan oltin tanganing qalbakilashtirilishi tufayli moliyaviy qiyinchilikni boshdan kechirayotganda Nyuton o`zining do`stlari lord Montegyu va faylasuf Lokk bilan birgalikda moliyaviy ahvolni sog`lomlashtirish loyihasining muhokamasida qatnashadi. Pul bosib chiqaruvchi muassasaga nazoratchi etib tayinlangan Nyuton qisqa muddat ichida tangani qayta bostirib chiqartirib, mamlakatning moliyaviy ahvolini tiklashga yordam beradi. 1699 yili u pul bosib chiqaruvchi muassasa rahbari etib tayinlangach, Londonga ko`chib o`tadi. 1703 yilda qirollik jamiyatining prezidenti etib saylanadi. Nyuton umrining oxirgi yillarini Londonda moddiy ta`minlangan, shon-shuhratga burkangan holda o`tkazadi. U 1727 yili 21 martida vafot etadi va tantanali ravishda Vestminster abbatligida yerga qo`yiladi.

Nyutonning ilmiy merosi uchta asosiy sohalarga, ya`ni, matematika, mexanika va astronomiyaga taalluqlidir. Matematikada Nyuton differensial va integral hisoblanishning asoschisi shuhratini nemis olim va faylasuf Gotfrid Vilgelm Leybnits (1646 - 1716) bilan bo`lishib olgan.

G.V. Leybnits

Biz ko`rganimizdek, yangi matematika, ya`ni, o`zgaruvchan kattaliklar matematikasini barpo etish ehtiyoji juda kuchli edi. Bunday matematika sekin-astalik bilan turli mamlakatlarning olimlari, va birinchi navbatda, Kepler, Galiley va Dekart sa`iy harakatlari tufayli paydo bo`lgan edi. Egri chiziqli yuzalarning kvadraturasi muammosi, qiyaliklarga urinmalar o`tkazish, maksimum va minimum muammolarining xususiy hollari qator matematik va fiziklar tomonidan muvaffaqiyatli hal etib kelinardi. Biroq, faqat Nyuton bilan Leybnits bunday masalalar yechimlarining umumiy usullarini ishlab chiqdilar. Nyuton o`zining usulini flyuksiyalarni hisoblanishi deb nomladi, bu termin orqali biz hozirda hosilalarni

ataymiz. O`zgaruvchan funksiyani o`zini Nyuton flyuyenta (o`zgaruvchi) deb atadi. Flyuksiyalarni Nyuton tepasiga nuqta qo`yilgan harflar bilan belgiladi. Nyuton o`zining usuli haqida Leybnitsga yozgan mahfiy xatida ma`lum qiladi, unda "Flyuyenta berilgan, flyuksiya topilsin va yana tiklansin" degan lotin iboradagi so`zlar o`rni almashtirilgan edi. U bu gapda uchraydigan harflarni mos keluvchi koeffitsiyentlari bilan yozib oladi. Leybnits shunday yo`l bilan shifrlangan gapning yechimini topadi va javoban o`zi ham shunday usuldan foydalanaolishini ma`lum qiladi. Bunday tarzda xat almashinuvi haqida Nyuton "Asoslari"ning birinchi nashrida berilgan izohlaridan birida ma`lum qiladi va Leybnits usuli unikidan faqat belgilanishlari bilan farqlanishini ko`rsatib o`tadi. Leybnits hosilalarni shtrixlar bilan (y', y'' va hokazo) yoki differensiallar nisbati ($\frac{dy}{dx}$)ko`rinishida belgilagan. Kvadraturani Leybnits uzunchoq lotin harf, ya`ni, zamonaviy integral $\int$ belgisi bilan belgilagan. Leybnits tomonidan kiritilgan belgilar qulay bo`lganligi tufayli hanuzgacha saqlanib keldi. Nyutoncha belgilariga kelsak, ular fizikada vaqt bo`yicha hosilalarni belgilash uchun ishlatiladi ($\dot{x}$, $\ddot{x}$, $\dot{y}$ va hokazo).

Nyuton hayotligida chiqarilgan "Asoslar"ning ikkinchi va uchinchi nashrlarida Leybnits bilan yozishmalari haqidagi izoh olib tashlangan edi. Bunga sabab - u davrdagi matematiklarni ikki tarafga bo`lib yuborgan peshqadamlik borasidagi bahs bo`ldi. Bir tomon Nyutonning birinchiligini himoyalasa, ikkinchi tomon Leybnitsga yon bosardi. Keyingi tadqiqotlar bu buyuk kashfiyotga ikkala olim bir-biridan mustaqil ravishda kelishganligini ko`rsatdi.

Qizig`i shundaki, Nyuton "Asoslari"da o`zining usulidan foydalanmaydi, balki isbotlarida geometrik usul va chegaraviy nisbatlar usulidan foydalanadi. So`nggisi qadimgi atomistlar usulining ("bo`linmaslar usuli") rivojlangan bir ko`rinishi edi. Nyuton "Asoslari"ning birinchi kitobida bu narsani ta`kidlaydi va uning usulida "bo`linmas" kichik chekli kattaliklar, "matematik atomlar" emas, balki cheksiz kichik kattaliklar, ya`ni, Δy, Δx emas, balki dy, dx lar ishtirok etayotganligini tushuntiradi. Uning tushuntirishlarida zamonaviy hosila va integral ifodalanishlari mujassamlashgan:

$$\frac{dy}{dx} = \lim_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta y}{\Delta x}; \quad \int y dx = \lim_{\substack{\Delta x_i \to 0 \\ i \to \infty}} \sum y_i \Delta x_i .$$

Chegaralar usulining asoslanishida Nyuton mexanik tasavvurlarga, harakatning chekli maksimal tasavvuriga murojaat qiladi. Shunday yo`sinda fanga yangi matematik g`oyalar kirib keldi, ularni mantiqiy asoslash uchun matematiklarning ko`pgina ajdodlari, shu jumladan, bizning davridagi matematiklarning ham mehnati singgan. Cheksizlik g`oyasi ancha shum bo`lib chiqdi.

Biroq, Nyuton qiyinchiliklarni yengib o`tdi. Chegaralar usuli yordamida qo`shimcha geometrik lemmalarni isbotlagan Nyuton, keyingi ifodalarni qadimgi geometrlar uslubida va mantiqan benuqson isbotladi. Biroq, bu benuqsonlik isbotlarning ko`polligi va murakkabligi evaziga erishildi. Keyingi matematik

avlodlarga mexanikani matematik tahlil tiliga o`girishdek ishni bajarishga to`g`ri keldi.

1736 yilda "Peterburg fanlar Akademiyasi a`zosi Leonardo Eyler tomonidan analitik bayon etilgan Mexanika yoki harakat haqidagi Fan"i bosilib chiqdi, unda ilk bor mexanika tenglamalari differensial shaklida yozilgan bo`lib, barcha matematik hisoblar tahlil tilida olib borilgandi. Nyuton "asoslari" chiqqaniga 100 yildan so`ng, 1788 yilda Lagranjning "Analitik mexanika"si bosilib chiqdi, unda muallif fahr bilan birorta chizma ishlatmaganini ta`kidlab o`tgan edi. Mexanikaning matematik usullari 100 yil ichida ana shunday rivojlangandi.

Fizikaning rivojida matematikaning roli katta. Zamonaviy nazariy fizika - murakkab matematik apparatga asoslangan sof matematik fandir. Nazariy fizikaning ana shunday rivojlanishiga XVII asrning buyuk fizik va faylasuflari Galiley, Dekart, Nyuton va Leybnitslar tomonidan boshlab va asoslab berilgandi. Yangi fan rivojlanishida falsafa faol ishtiroq etdi. Bekon, Dekart, Spinoza, Lokk va XVII asrning boshqa faylasuflarining qilgan ishlari tabiatshunoslikning rivojlanishiga juda katta yordam berdi. Tabiatshunoslar va faylasuflar yangi fanning poydevorini tiklashda va yangicha dunyoqarashni shakllantirishda yelkama-elka turib mehnat qildilar. Falsafa fanning oyog`i ostida o`ralashib, unga kerak bo`lmagan dogmalarni ilakishtirib, fanning rivojiga putur yetkazgan deb o`ylaganlar chuqur yanglishadilar. Ilg`or falsafiy fikr har doim fanga yo`l ochib bergan va fanga tayangan holda o`zi ham rivojlangan va boyib borgan. Dogmatik fikr va tanqidsiz balandparvozlik har doim fanning ham, falsafaning ham dushmani bo`lgan.

Nyutonning matematik g`oyalari hamda falsafa va tabiatshunoslik orasidagi munosabatlari haqida gapirilganda, biz uning mashhur "Tabiiy falsafaning matematik asoslari"ni ko`rib chiqishga o`tgan edik. "Tabiiy falsafa" atamasi fan va falsafa orasidagi yaqin bog`lanishlaridan dalolat beradi, ular qadimgi Yunonistonda fan paydo bo`lish davridagidek, birgalikda rivojlangan. Umuman olganda, u fizikani anglatgan, va ingliz universitetlarida fizika uzoq paytgacha tabiiy falsafa deb atalib kelingan. Masalan, fan tarixida "fizika" atamasi ilk bor tabiat falsafasiga, ya`ni, tabiiy falsafaga doir kitobni nomlashda qo`llanilgan bo`lsa, "tabiiy falsafa" atamasi mumtoz fizika asoslarini bayon etuvchi kitobda qo`llanilgan. Biroq bu kulgili bo`lib tuyulgan tarixiy hol jiddiy ma`noga ega: Aristotel ham, Nyuton ham fiziklarning vazifalariga bir xilda, ya`ni, tabiatning umumiy nazariyasi deb qaraganlar. Bu qarashlarning orasidagi farq, bo`lganda ham juda katta farq, shunday nazariyani yaratishdagi qo`llaniladigan usullarda edi. Nyuton tabiiy falsafani, ya`ni, tabiat nazariyasini matematik, va albatta, eksperimental asoslarida qurgan bo`lsa, Aristotel tabiatni o`rganishda matematika va tajribani qat`iy tarzda inkor etgan. Fizikadagi bunday ulkan yutuqlariga olib kelgan - bu Galiley - Nyuton usuli ekanligi hozirda xatto fizikadan ancha yiroq inson ham biladi.

Nyutonning optika sohasidagi kashfiyotlarini ko`rib chiqaylik. Nyuton 1665 yildayoq "ranglarning mashhur hodisasini" tiklash uchun prizmani sotib olganini ma`lum qiladi. U vaqtlarda prizmalar savdo uchun chiqarilardi, natijada prizmatik spektr haqida ko`pchilik yaxshigina tushunchaga ega edi.

Prizmatik ranglar bilan ko`pgina olimlar shug`ullanganlar, va, masalan, Marsi har bir rangga o`zining sinishi xosligini bilgan. Biroq, Nyuton ilk bor spektrni har tomonlama va chuqur o`rganib chiqdi va spektroskopiyaning ilmiy asoslarini yaratdi.

U spektrning uzunchoq shaklidagi tabiatini to`g`ri tushundi, rangli nurlarning turlicha sinishining sabablarini aniq aytib berdi, monoxromatik dasta ranglarga parchalanishini davom etmasligini aniqladi, tirqichning spektr tiniqligiga ta`sirini aniqladi, ilk bor kesishgan prizmalar usulini qo`lladi, qisqasi, yuqorida aytib o`tganimizdek, spektroskopiya asoslarini barpo etdi.

Prizmatik spektrni olayotganimizda biz, Nyuton aytganidek, prizmani eng kam og`ish burchagiga o`rnatamiz, u kuzatuvlarini bayon qilganidek, spektr tiniqligiga teshikning o`lchami va shaklining ta`sirini o`rgangan holda tirqich kengligini to`g`rilaymiz, anomal dispersiyani o`rganayotganimizda, Nyuton hali anomal dispersiyani bilmaganda ilk bor qilgan amallaridan foydalanib, spektral apparatlarni almashtiramiz.

O`zining spektral tadqiqotlarining asosiy natijalarini Nyuton quyidagicha ifodalaydi: "Har qanday bir jinsli yorug`lik sinish darajasiga mos keluvchi o`ziga xos rangga ega, va bu rang akslanish va sinishlarda o`zgarmaydi".

Shunday qilib, Nyuton aytishicha, yorug`lik nuri ob`ektiv, o`zgarmas tasnifiga, ya`ni, rangga ega, va bu xarakteristikasini akslanish va sinishlarda u o`zgartirmaydi. Boshqa joyda Nyuton ushbu xarakteristika u kuzataoladigan biror sabab bilan o`zgartirish mumkin emasligini ko`rsatadi.

Nyuton harakatlanayotgan ko`zgudan akslanishini, nurning ranglari o`zgarishi namoyon bo`ladigan kombinasion sochilishlarni kuzatmagan.

Bunday kvantli effektlar faqatgina XX asrda aniqlandi, shu paytgacha Nyutonning xulosasi o`z kuchini saqlab qoldi, u hanuzgacha yorug`lik kvantlarining o`zgarishlari sodir bo`lmaydigan barcha hollarda ham saqlanib kelmoqda.

O`zining tadqiqotlaridan Nyuton xromatik aberrasiya mavjudligi haqidagi muhim amaliy ahamiyatga ega xulosani chiqaradi, bu aberrasiyani u tuzatib bo`lmas nuqson deb hisoblab xato qilgandi. Nyuton tomonidan (va umuman, faqatgina u tomonidan emas) astronomiyaga reflektor teleskoplar kiritildi.

Bunday reflektorlarning shisha ko`zgularini Nyuton zo`r qunt bilan va san`atkorona o`zi siliqlardi, silliqlash jarayonini o`zining "Optika"sida batafsil bayon etgan. Nyuton optikada ham tadqiqotchi, ham amaliyotchi sifatida ishladi. qizig`i shundaki, yorug`likning sifatiy xarakteristikasi bilan shu xarakteristikaga mansub bo`lgan sonni bog`lashni o`ylab qo`ygandi, bu borada u ilk bor "Nyuton xalqalari" nomi bilan tanilgan interferension spektroskopni amalga oshirdi. Nyuton yorug`lik interferensiyasini bilmasada, to`lqinli hodisalarning mohiyatini tushunib yetgan va yupqa sirtlarda hosil bo`ladigan interferension ranglar sirtning qalinligiga bog`liqligini tushundi. Bu narsani Guk oldinroq taxmin qilgandi, natijada u Nyutonni plagiatda, ya`ni fikr o`g`irlashda ayibladi. Biroq Guk o`z gipotezasini tekshirib ko`rmagan va tegishli xulosalarni chiqarmagandi. Nyuton esa, undagi qalinlik geometrik qonuniyat bilan o`zgarib boruvchi sodda qurilma

yasadi, bu qurilmada rangli xalqalarni oldi va qalinlik ma`lum kattalikga o`zgarganda ranglar takrorlanib turishini ko`rsatuvchi muhim faktni kashf etdi.

Boshqacha so`z bilan aytganda, Nyuton dunyoda birinchi bo`lib yorug`lik hodisalarda takrorlanishni kashf etdi. U har bir rangli xalqa xuddi shunday rangdagi boshqa xalqa bilan almashishi uchun har bir rangga mos keluvchi havo ponasining qalinligi o`zgarib borishini aniqladi. To`lqinli tasavvurlarga ko`ra, u yorug`lik to`lqinining chorak uzunligiga mos keladi. Nyuton bu kattalikni spektrning barcha asosiy ranglari, ya`ni, qizildan binafsha ranggacha aniqladi. Rang farqlarini sezish mushkul bo`lganligini hisobga olsak va asosiy yetti xil rang, ya`ni, qizil, olovrang, sariq, havorang, ko`k, binafsha ranglar anchagina noaniq tushunchalar bo`lganligi sababli, Nyuton to`lqin uzunliklarini yetarlicha aniqlikda topganini e`tirof etish kerak. Spektrning faqatgina qizil qismida uning natijalari zamonaviy ma`lumotlar bilan farqlanadi, xolos.

Shuningdek, Nyuton difraksiya hodisasini ham tadqiq etdi va soch tolasi soyasining tashqi qismlarida rangli tasmani yetarlicha aniq bayon etdi, biroq, ichki qismidagi yorug` tasmani payqamadi. U quyosh spektrida fraungofer chiziqlarini ham sezmadi, ularni ancha keyin, 1801 yilda Vollaston kashf qildi va Fraungofer tomonidan qayta kashf qilinib, batafsil bayon etildi. Bu yerda Nyutonning ko`rish nuqsoni sabab bo`ldimi yoki qandaydir nazariy ishonchmi (Bekon "ruhlaridan" birimi), aytish qiyin. Mashhur kuzatuvchi ayrim muhim va qiziqarli narsalarni payqamagani jumboq bo`lib qoldi.

Agarda Nyuton optikada to`lqinli nazariya tilidan foydalanmagan va to`lqin uzunligi degan tushunchani ishlatmagan bo`lsa, u holda o`zi ochgan davriylikni qaysi tilda bayon etgan bo`lishi mumkin? "Optika"sida berilgan ta`rifni keltiramiz.

"Yorug`likning har bir nuri ixtiyoriy sindiruvchi sathdan o`tayotganda qandaydir o`zgaruvchan tuzilish yoki holatga o`tadi, nur siljiyotganda teng intervallar orasida u qaytalanadi va har safar qaytishda nur eng yaqin sindiruvchi sathdan oson o`tishga, qaytishlar orasida esa, oson akslanishga moyil etib joylashadi".

Shunday qilib, yorug`lik nuri teng intervallar orasida navbatma-navbat goh oson o`tish fazasida, goh oson akslanish fazasida bo`ladi. Sathga tushish natijasi qaysi fazada tushishiga, ya`ni, oson o`tish fazasida yoki aksincha, oson akslanish fazasida bo`lishiga bog`liqdir. Bu g`oya unga xalqalar bilan olib borgan tajribasini bayon etishga va bir xil fazaga qaytish intervalini topishga imkon beradi.

Bizning nuqtai nazarimizga ko`ra, yorug`likning davriyligi hodisasini bayon etishda davriy funksiyalar, vaqt va fazoning sinusoidal funksiyalari, ya`ni, garmonik to`lqinlar muhim ahamiyatga ega. Nyuton o`zi ochgan hodisani bayon etishda suvga otilgan tosh suv to`lqinlarini keltirib chiqarganidek sinuvchi muhitga yorug`lik nuri tushganda to`lqinni hosil qiluvchi tasavvuridan foydalandi. Bu to`lqinlar sinuvchi yoki akslanuvchi jismning zarralarini harakatga keltiradi va bu muhitda tovush misol tarqaladi va nur tezligidan kattaroq tezlikda harakatlanib, uni quvib o`tadi.

Sirtga tushayotgan nur yoki to`lqin fazasi yo`nalishida harakatlanadi, unda u o`tadi, yoki uning harakati to`lqin harakatiga teskari, unda u akslanadi. "Demak, har bir nur uni quvib o`tuvchi to`lqinlanish tufayli navbatma-navbat yoki oson

akslanishga, yoki oson o`tishga moyil bo`lib joylashadi" deb xulosa chiqaradi Nyuton.

Nyutonning bu modelida korpuskulyar (yorug`lik nuri) va to`lqinli tasavvurlar (yo`naltiruvchi to`lqin) mujassam bo`lib, u kelajakdagi de Broylíing zarra tezligi hamda nur tezligidan katta bo`lgan fazaviy tezlik bilan harakatlanayotgan pilot-to`lqin haqidagi g`oyasidan ilgarilab ketdi. Umuman olganda, birinchi xotiralaridan tortib "Optika"sigacha barcha optik tadqiqotlari davomida Nyuton doimo yorug`likning ikkita, ya`ni, korpuskulyar va to`lqinli konsepsiyalarini muhokama qiladi. To`lqinli nazariya, uningcha, tug`ilajak qiyinchiliklarga dosh berolmaydigandek tuyuladi.

Birinchidan, u yorug`likning to`g`ri chiziqiy yo`nalishida tarqalishini tushuntirib berolmaydi, to`lqin to`siqlarni aylanib o`tishi va geometrik soya ichiga bukilishi lozim. Biz bilamizki, bu haqiqatdan ham shundaydir. Biroq, Nyuton tola soyasining ichki qismida yorqin tasmani payqamadi, tashqi rangli tasmani esa kichik masofalarda ta`siri bilan izohladi. "Nur jism yonidan o`tib bo`lishi bilan u yana to`g`ri chiziq bo`ylab harakatini davom ettiradi".

Geometrik soyaning hosil bo`lishini Gyuygens to`lqin fronti nuqtalari nurlantirayotgan ikkilamchi yon to`lqinlar aylanib o`tish xususiyatga ega emasligi, binobarin, ular samarasizligi bilan tushuntirdi. Bu bilan u difraksiya hodisasini ham bayon etishdan voz kechdi, bu hodisani 130 yildan so`ng Frenel uning tamoyili asosida tushuntirib berdi. Gyuygens juda muvaffaqiyatli tarzda bir o`qli kristallda qayta sinishni tushuntirdi, biroq, o`zi kashf etgan qutblanish hodisasini tushuntirib beraolmadi.

Nyuton o`zining "Optika"sida bu hodisani tahlil qiladi va uni yorug`lik nuriga xos qutblanish tasavvuridan kelib chiqqan holda tushuntirish mumkin deb hisoblaydi. Bo`ylama to`lqinlar tilga olinganda qutblanish haqida gapirib bo`lmaydi, binobarin, bu yerda to`lqinli nazariya o`rinsizdir.

Ikkinchidan, to`lqinli nazariya yorug`lik tarqalishi mumkin bo`lgan muhitni talab etishni nazarda tutadi. "Osmonni suyuq muhit bilan to`ldirib turishiga doir, agarda ular juda siyrak holda bo`lmasa, osmonu falakda sayyoralar va kometalarning turli yo`llardan uzoq davom etuvchi va to`g`ri harakatlarini nazarda tutganda shubha tug`iladi, chunki bundan ma`lumki, osmonu falak hech qanday sezilarli qarshilikga, binobarin, har qanday sezilarli materiyaga ega emas" deydi Nyuton. "Agarda uni, ya`ni, muhit yoki materiyani, olib tashlasak, unda bu muhit orqali tarqalayotgan nur bosim yoki harakatdan iboratligi gipotezasi ham o`z-o`zidan barham topadi".

Shunday qilib, Nyuton yorug`likni Gyuygens davridan yorug`lik efiri deb atalgan maxsus muhitda tarqaluvchi mexanik to`lqinlar sifatida olib ko`radigan to`lqinli nazariyaning birinchi qattiqqo`l tanqidchisiga aylandi. Yorug`lik to`lqinlar mexanik emas, balki boshqa tabiatga ega bo`lishi mumkinligi, u davrda, albatta, uning miyasiga kelaolmasdi.

To`lqinli nazariya oldida turgan jiddiy qiyinchiliklari sababli Nyuton yorug`lik tabiatining boshqa konsepsiyasini muhokama qilishni taklif etadi: "Yorug`lik nurlari yorituvchi moddalardan tarqalayotgan juda kichik jismlar emasmikan? Chunki bunday jismlar yorug`lik nurlari tabiatiga xos bir jinsli

muhitdan soya tomon qayrilmasdan o`taoladi. Ular, shuningdek, turli muhitlardan o`tishda turli xossa va xususiyatlarini o`zgarmas saqlab qolishiga egadirlar, bu yorug`lik nurlarining boshqa shartidir. Shaffof moddalar yorug`lik nuriga masofada ta`sir etib, ularni sindiradi, akslantiradi, egrilaydi, nurlar ham o`zaro ta`sirlab, bu moddaning zarralarini masofada harakatlantiradi va qizdiradi, masofadagi bu ta`sir va aksta`sir jismlar orasidagi tortishish kuchlariga juda o`xshab ketadi".

Demak, Nyuton, yorug`lik uzoqdan ta`sirlashuvchi kuchlar mavjudligi nuqtai nazaridan o`rganilishi mumkin, deb hisoblaydi. Bu konsepsiyasiga binoan modda zarrachalari bilan ta`sirlasha oladigan yorug`lik zarrachalaridan, o`ziga xos yorug`lik atomlaridan iborat deb fikrlanadi. Nyuton o`zining "Asoslari"da zich muhitga kirib kelgan zarracha bu muhit zarrachalari tortishishi oqibatida tezlanishni oladi deb isbotlaydi. Agarda bunda zarracha tezligining tangensial tashkil etuvchisi o`zgarmas bo`lib qolsa, unda uning harakat yo`nalishini sinish qonunidan topish mumkin:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{c_2}{c_1},$$

bu yerda c_1 – yorug`likning birinchi muhitdagi, $c_2$ – ikkinchi muhitdagi tezliklari. Bunda agarda $i>r$ bo`lsa, ya`ni, yorug`lik nisbatan siyrakroq muhitdan zichroq muhitga o`tsa, unda $c_2>c_1$ – yorug`likning suvda yoki shishadagi tezligi havodagiga nisbatan yuqori bo`ladi.

Xuddi shunday xulosaga avvalroq Dekart kelgan edi, biroq unda sinishni tasavvurlab beruvchi mexanik modeli haqida gap ketgandi, yorug`likning tezligini esa u cheksiz deb hisoblagandi. Gyuygensda, aksincha, sinish qonuni quyidagi shaklga kiradi:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{c_1}{c_2}$$

va yorug`likning suvdagi tezligi havodagi yorug`ligi tezligidan kam.

1850 yilda Fuko yorug`likning suvdagi tezligi haqiqatdan ham havodagi tezligidan kamligini ko`rsatganda, bu narsa korpuskulyar nazariyani hal qiluvchi inkor etilishi deb tuyuldi. Aslida ikkala konsepsiya nafaqat yorug`likni tasavvurlab berishda, balki materiyani ham butkul boshqacha, mumtoz bo`lmagan asosda tasavvurlashda qo`l keldi. Va Nyuton bu narsani oldindan ko`raolganidek, uzil-kesil u yoki bu konsepsiya foydasiga hal qiluvchi ovozni berishdan qochardi. Faqatgina uning izdoshlari unga so`zsiz korpuskulyar nazariyani qo`llashini yo`yishardi. Nyuton esa, tortishish masalasidagi kabi optikada ham "men gipotezalarni o`ylab topmayman" deb qat`iyat bilan ta`kidlardi va aniq topilgan fakt va tamoyillar zaminida qolajagini bildirardi.

Nyuton va Gyuygens optikalarining farqlanishlariga qaramay, ularning muhim umumiy tomoni ham bor edi: ikkalasi ham yorug`lik hodisasini mexanik tasavvurlar doirasida izohlashga harakat qilishardi. XVII asrning fizik va falsafiy qarashlari negizida mexanika yotar edi. Dekart, Gyuygens, Nyuton, ular barchasi tabiat hodisalarini mexanik hodisalarga keltirishga harakat qilishardi. Nyuton o`zining "Asoslari"dagi so`zboshida "Mexanika asoslaridan qolgan barcha tabiat

hodisalari ham chiqarilsa maqsadga muvofiq bo`lar edi" deb yozadi, va bu istakga unga zamondosh barcha fizik va faylasuflar hamnafas edi.

Mexanik hodisalar eng aniq va ko`rgazmali edi; bu hodisalarni o`rganishda fizika eng katta muvaffaqiyatlarga erishaoldi hamda mexanik dunyoqarash shu muvaffaqiyatlarni akslantirardi. Dekart olamning mexanik tasavvurini rivojlantirdi. Nyuton og`ir kechgan kurashda kartezian dunyoqarashni sitib chiqargan mexanik dunyoqarash asoslarini yaratdi. Bu asoslar uning "Tabiiy falsafaning matematik asoslari"da yaratilgandi.

"Asoslarda" mexanikadagi asosiy tushunchalari ta`riflari, hozirda Nyuton qonunlari nomi bilan tanish mexanikaning asosiy qonunlari ifodalari markaziy kuch ta`siri ostida harakat nazariyasiga va boshqa mexanikaga doir masalalar yechimlariga mexanika qonunlarining tadbiqi, Nyuton kashf etgan butun olam tortishish qonuni asoslanishi, hamda olam tizimining bayoni, ya`ni, tortishish qonuni asosida sayyora va yo`ldoshlarining harakat nazariyasi berilgan. Shunday qilib, "Asoslar" fan tarixida o`z ichiga osmon mexanikasini ham qamrab olgan nazariy mexanikaning birinchi tizimli kursidir. Galileydan boshlab Nyuton ajdodlarining ayrim natijalari Nyutonning ulkan ishida umumlashtirilgan va rivojlantirilgan edi. Nyuton avvalgi ajdodlari boshlagan ishlarini yakunladi hamda fizik va mexaniklarning kelajak avlodiga yo`l ochib berdi.

"Asoslari" materiya miqdori ta`rifi bilan boshlanadi: "Materiya miqdori uning zichligi va hajmiga proporsional etib aniqlanadigan o`lchamdir". Ustiga-ustak, Nyuton massani bunday qo`llanmalarda massa va hajmlardan aniqlanadigan zichlik orqali ifodalaydi. Biroq, "materiya miqdori" termini Dekartda ham, Nyutonda ham o`ziga xos yetarlicha aniq mazmunga ega. Dekart butun olam bir jinsli materiyadan iborat deb hisoblaydi va materiyaning ko`p yoki oz hajmi orqali uning miqdorini aniqlaydi. Nyuton qadimgi atomistlar kabi atom va bo`shliqni real deb hisoblaydi. Bir jinsli atomlarning miqdori aynan materiya miqdorining o`zginasidir. O`z-o`zidan ravshanki, olingan hajm qanchalik katta va bu hajmdagi atomlar qanchalik zich joylashgan bo`lsa, materiya miqdori ham shunchalik katta bo`ladi.

Hech qanday shubha qoldirmaslik uchun o`zining ta`rifida havo, kukun, qorni misol qilib olib, ular ezilsa materiya miqdori ko`payishini tushuntiradi: "Bunda men zarralar orasiga kirib qoluvchi muhitni, agarda u mavjud bo`lsa, hisobga olayotganim yo`q" deb qo`shimcha qiladi Nyuton.

Shunday qilib, Nyutondagi materiya miqdori ta`rifi atomistikaga tayanadi va fikrlashning ma`lum tuzilishiga mos keladi. Eng muhimi shundaki, bu kattalikni o`lchash mumkin. Materiya miqdori jismning salmog`iga qarab aniqlanadi, u "mayatniklar ustidan eng aniq qilib o`tkazgan tajribalarimdan topilgan..." jismning og`irligiga proporsionaldir.

Modda massasini, modda miqdorini o`lchash uchun tarozulardan foydalanishning ming yillik amaliyoti Nyuton tomonidan umumlashtirildi va eksperimental tahlil qilindi. U bir xil uzunlikga ega, biroq turli, ya`ni, qo`rg`oshinli, oltinli, yog`och, simobli yuklarga ega mayatniklarning tebranishlarini kuzatadi. Ushbu barcha mayatniklarning davrlari mos keladi.

Biroq, Galiley mayatnikning harakati yukning erkin tushishi emasligini ko`rsatgan edi. Havo qarshiligi bo`lmagan taqdirda barcha yuklar bir xil tezlik bilan tushadi. Nyuton Galileyning bu ta`kidini tajribada sinab ko`rdi, uning uchun u nayning ichiga pat, qo`rg`oshin bo`lagini va tiqinni joylashtirdi. Naydan havo so`rib olingandan so`ng havosiz fazoda turli jismlar bir xil tezlikda tushishiga, mayatniklar esa yukining og`irligidan qat`iy nazar bir xil davrga ega ekanligiga ishonch hosil qildi.

Shu bilan Nyuton aniq tajriba orqali og`irlik kuchi tezlanishi jism massasiga bog`liq emasligini tasdiqladi. Massa va og`irlik qat`iy tarzda bir-biriga proporsionaldir. Nyuton massa yoki modda miqdorini amaliy o`lchashda shu bog`lanishdan foydalandi.

Tortishish qonunini kashf qilgan Nyuton og`irlik jismda tasodifiy, o`zgaruvchan ta`sir ekanligini aniq tushungan edi, shuning uchun u yana boshqa, jismning ichki xarakteristikasini, ya`ni, inersiyani topish zarur deb hisoblagan. Bunga u kitobining uchinchi ifodasini bag`ishlaydi: "Materiyaning tug`ma kuchi bu qarshilik ko`rsatish xususiyatidir, unga binoan har bir aloxida olingan jism mustaqil ravishda o`zining tinch holatini yoki tekis to`g`ri chiziqli harakatini saqlab qoladi". "Bu kuch har doim massaga proporsional, va agarda massa inersiyasidan farqlansa, faqatgina unga qaratilgan nuqtai nazardan farqlanishi mumkin" deb qo`shimcha qiladi Nyuton.

Zamonaviy fizika darsliklarida inersiya o`lchami birligi sifatida massa saqlanib qoldi va uni, Nyuton kabi, tarozu yordamida o`lchashadi. Vaznsizlik hukm suradigan joyda massani inersiya orqali o`lchash mumkin, va bu ma`noda inersiyani o`lchash massani aniqlashning eng umumiy usulidir. Shu bilan birga inersiya va og`irlik turli fizik tushunchalardir. Ular bir-biriga proporsionalligi amaliy maqsadlarda juda qulaydir, biroq bu narsa umuman tushuntirib berib bo`lmaydigan hol. Galiley va Nyuton bu faktni aniqlashgan. Nyuton bu holdan massalarni o`lchashda keng foydalangan, fiziklarning keyingi avlodi ham massani tarozularda o`lchashgan. Faqatgina Eynshteyn bu faktning chuqur ma`nosini aniqlagan.

Massaning tushunchasini kiritgan Nyuton jismning aniq, o`lchaladigan mexanik xarakteristikasini berdi. Nyutongacha bunday aniq xarakteristika yo`q edi, mexanika hali bu fundamental tushunchani to`liq egallamagan edi. Nyutonning xizmati shundan iboratki, u massa tushunchasidan foydalanishni muomalaga kiritdi hamda uni o`lchash usullarini ko`rsatib berdi.

Nyuton mexanikaning ikkinchi fundamental tushunchasini, ya`ni, harakat miqdorini ham kiritdi, uni massa va tezlikga proporsional harakat o`lchami sifatida qabul qildi ("Asoslari"ning II ta`rifi). "Harakat miqdori" ifodasidan Dekart ham foydalangan edi, biroq u bu kattalik vektor xarakterga ega ekanligini tushunmadi va to`qnashish nazariyaga tadbiq etib, qo`pol xatoga yo`l qo`ydi. Nyuton tezlik vektor xarakteriga ega ekanligini bilgan va amalda o`z ifodasidan foydalanganda tezliklar parallelogrammi qoidasi yordamida har doim harakat yo`nalishini hisobga olgan.

Biroq, fan tarixida ayon bo`lganidek, "harakat miqdori" atamasi mazmunan noto`g`ri bo`lishiga qaramay, fanda hanuzgacha saqlanib keldi, va hozirda u

"impulñ" atamasi bilan almashtirildi. Gap shundaki, harakatni nima bilan o`lchash lozimligi umuman noaniq edi. Dekart uni massaning tezlikga ko`paytmasi bilan o`lchashni taklif qildi va harakat saqlanish qonunini umumiy harakat miqdori saqlanishi qo`rinishida ifodalab berdi. "Asoslari"ning chiqishidan bir yil avval, ya`ni, 1686 yilda Leybnits "Xudo har doim harakat miqdorini birdek saqlab qolmoqlikni ixtiyor etgan tabiat qonuniga doir atoqli Dekart va boshqalarning yo`l qo`ygan xatosining qisqacha isboti" maqolasi bosilib chiqdi. Leybnits tabiat hodisalarida harakat o`lchovining boshqacha ko`rinishi ham mavjudligini ko`rsatadi. Masalan, tushayotgan yuk deformasiyalovchi harakat qilsa (bunday usulda Galiley tushish tezligini o`lchagan), unda bu harakat tushish balandligiga, binobarin, tezlik kvadratiga proporsionaldir, ustiga-ustak, u tushayotgan jismning massasiga ham proporsional bo`lgani sababli deformasiyalangan jismga uzatilgan harakati massaning tezlik kvadrati ko`paytmasiga proporsionaldir.

Bu kattalikni keyinchalik Leybnits "tirik kuch" deb atadi, bu bilan u "o`lik kuch" dan, ya`ni, qo`zg`almas yuk bosimi kuchidan farqladi.

Kattalik mv^2 saqlanishini avvaldan Gyuygensga ham ma`lum edi, u o`zining elastik to`qnashuv nazariyasi va mayatnik nazariyalarida kattalik $mv^2$ saqlanish qonuniga tayangan edi. Bu faktni Nyuton ham yaxshi bilgan va Gyuygens xulosalariga markaziy kuch ta`siri ostida tirik kuchlarning harakati teoremasini qo`shib to`ldirgan. Bu teoremani Nyuton harakatlanayotgan nuqtaning bosib o`tgan yo`lini kuchga bog`lanishini chizmada tasvirlab, geometrik usulda isbotlagan. U harakat tezligining kvadrati kuch chizmasini, masofa o`qi, boshlang`ich va chegaraviy ordinata, ya`ni, boshlang`ich va chekli tezlik bilan cheklangan yuzaga proporsionalligini, ya`ni,

$$\upsilon^2 \approx \int_{r_0}^{r} f(r)dr$$

ekanligini isbotlagandi, bu yerdagi $f(r)$ – ta`sir etuvchi kuch modulidir. Shunga qaramay, Nyuton "harakat miqdori" sifatida $mv$ kattalikni qabul qiladi. Bunga uni dinamika majbur etadi. Nyuton fanga muhim bo`lgan kuch tushunchasini kiritadi. Kontaktli kuchlar, ya`ni, mushaklar kuchlanishlari, to`qnashish, bosim amaliyotdan yaxshi tanish bo`lganligi uchun ularni fanga kiritilishi asoslidir. Lekin Nyuton kuchga jismning tinch yoki tekis to`g`ri chiziqli harakatini o`zgartirishga ta`sir etuvchi amal sifatida yangicha ta`rif beradi ("Asoslari"ning VI ta`rifi). Bunday ta`sir nafaqat kontaktda, balki ma`lum masofada qandaydir kuch markazi orqali amalga oshirish mumkin. Kuch markazi tomonidan etuvchi ta`sirni (jism markazga tortilishi yoki itarilishidan qat`iy nazar) Nyuton markazga intilma kuch deb ataydi va uni quyidagicha ta`riflaydi ("Asoslari"ning V ta`rifi): "Markazga intilma kuch shunday kuchki, jismlar markazga kabi qandaydir nuqtaga har tomondan tortiladilar, quviladilar, yoki qanday bo`lmasin, intiladilar".

Markazga intilma kuch, birinchidan, kuch markazi o`zining quvvati yoki intensivligi bilan, masalan, Yer yoki quyosh massasi, magnit qutbining magnitli massasi bilan va hokazo aniqlanadi. Bu quvvatni Nyuton markazga intilma kuchning absolyut kattaligi deb ataydi.

Ikkinchidan, u kuch ta`siri ostida jism oladigan tezlanish bilan ifodalanadi. Bu tezlanishni Nyuton markazga intilma kuchning tezlanuvchi kattaligi deb atadi.

Uchinchidan, u vaqt birligida harakat miqdori o`zgarishi bilan ta`riflanadi. Harakat miqdorining o`zgarish tezligini Nyuton markazga intilma kuchning harakatlantiruvchi kattaligi deb atadi.

Markazga intilma kuchni ta`riflovchi bu uchta omillarni Nyuton bir-biridan aniq farqlaydi, ular hanuzgacha kuch maydonining asosiy xarakteristikalari deb hisoblanadi. Nyuton markazga intilma kuchning absolyut kattaligi deb atagan narsani biz hozirda elektr, magnit, gravitasion va hokazo zaryad deb ataymiz. XIX asrda elektr, magnit, gravitasion "massa"lar haqida gapirilgan.

Markazga intilma kuchning Nyutoncha "tezlashtiruvchi kattalik" hozirda kuch maydonining kuchlanganligi, markazga intilma kuchning harakatlantiruvchi kattaligi esa hozirda ponderomotor kuch deb nomlanadi.

Markazga intilma kuchning bunday ta`riflaridan (V - VIII ta`riflari) Nyuton "markazdan atrof fazoga tarqatuvchi manba"ning atrofidagi kuch maydonini yaxshi tasavvur etaolgani ko`rinib turibdi, va shu davrgacha ishlatilib kelingan maydonni aniq ta`riflab beruvchi bunday xarakteristikalarni ishlab chiqqan. Bu xarakteristikalarda jismning harakat miqdori o`zgarish tezligi eng muhim rol o`ynaydi. Nyuton dinamika uchun harakat miqdorining fundamental ahamiyatini, ya`ni, kuchning o`zgarish tezligini, tushunib yetdi va shuning uchun ham uni butun dinamikaga asos qilib oldi. Fanning rivojlanishi Nyuton haq ekanligini tasdiqladi va zamonaviy fanda faqatgina "harakat miqdori" termini o`rniga qisqagina "impulñ" ishlatila boshlandi. Nyutonning harakat miqdori harakatning dinamik xarakteristikasidir.

Leybnitsning "tirik kuch"iga kelsak, biz bilamizki, u harakatning energetik harakteristikasi bo`lib, o`z navbatida harakatlanayotgan nuqtaning kinetik energiyasi $\frac{1}{2}m\upsilon^2$ ga teng. Bu ikkala o`lchovlar zarur va foydali bo`lib, zamonaviy fanda ikkalasidan ham samarali foydalanib kelinmoqda. Biroq, energiyaning saqlanish va aylanish qonuni topilgunga qadar "harakat o`lchovi"ning bunday ikki xil ko`rinishi chalkashliklarga olib kelardi. Fiziklar harakat o`lchoviga doir masalasida Dekart tarafdorlari va Leybnits tarafdorlariga bo`linishdilar va ularning orasidagi qizg`in bahslar qiziganidan qizib borardi.

1743 yilda fransuz qomuschi olim Jan Dalamberning (1717 - 1783) "Dinamika"si bosilib chiqdi. Dalamber o`z asarining so`zboshisida ikkala o`lchovning ekvivalentligini tushuntirdi. qandaydir tezlikga ega jism kuch ta`siri ostida sekinlashishni boshlasa, yo`qolgan harakat o`lchovini tanlash masalaning qo`yilishiga bog`liq bo`ladi. Agarda bizga sekinlashish vaqti berilgan bo`lsa, unda sekinlatuvchi kuch harakat miqdori *mv* bilan aniqlanadi. Agarda bizga sekinlashish yo`li uzunligi berilgan bo`lsa, unda u $\frac{mv^2}{2}$ dan topiladi.

Bunday sodda ilova bilan Dalamber alangalanayotgan tortishuvlarga suv purkadi va ikki xil o`lchovlar haqidagi bahslar sekin-astalik bilan barham topdi.

Lekin, yana qaytarib o`tamiz, bu ikki xil o`lchovlarning mohiyati energiya saqlanish qonuni kashf qilingandan so`nggina aniqlandi.

Shunday qilib, Nyuton mexanikaga massa, kuch, harakat miqdori (impulñ) kabi fundamental tushunchalarni kiritdi. Biroq, mexanikani barpo etish uchun unga yana bitta muhim tushuncha, u ham bo`lsa, hisoblash tizimi degan tushunchani qiritish lozim edi. Agarda hisoblash tizimi ko`rsatilmagan bo`lsa, harakat haqidagi gaplar o`rinsizdir. Nyuton bu narsani yaxshi tushungandi, shuning uchun u ta`riflar keltirilgan bo`limni "Nasihat" bilan tugatadi, unda u fazo va vaqt tushunchalari ustida batafsil to`htalib o`tadi.

Nyutonga Galileyning nisbiylik tamoyili yaxshi tanish edi, u buni "Biror fazoda joylashgan jismlarning bir-biriga nisbatan harakatlari, ushbu fazo tinch holatda yoki tekis va to`g`ri harakatda bo`lishidan qat`iy nazar, teng huquqlidir" deb mexanikaning asosiy qonunlariga xulosa sifatida ta`rif bergan edi. Yana boshqa joyda Nyuton "Haqiqatda boshqa jismlarning joyi va harakatini nisbatlashga biror tinch holatdagi jism bo`lmay qolishi mumkin" deb ta`kidlaydi va, shunday qilib, biz kuzatayotgan harakatlar nisbiydir hamda absolyut harakat yo`qdir deb hisoblaydi. Shuningdek, u hisoblanish tizimining tezlanuvchi harakati dinamik ko`rinishda, inersiya hodisasi orqali namoyon bo`lishini ham biladi.

Masalan, aylantirilayotgan chelakdagi suv sathi tekislik emas, balki aylanish paraboloidi shaklida bo`ladi. Shuning uchun Nyuton tabiatda absolyut (mutloq) tinchlik, mutloq hisoblanish tizimi mavjudligini qabul qiladi, bu barcha narsalarni o`z ichiga sig`diraoladigan sof va ulkan hajm, Yevklid va atomistlarning bo`sh, bir jinsli va qo`zg`almas fazosidir. Muhimi shuki, Nyuton mutloq fazo bilan birgalikda biror-bir jarayonlarga taalluqli bo`lmagan, o`z holicha oquvchi mutloq vaqtni ham tan oladi. U mutloq va nisbiy vaqt va fazoni quyidagicha ta`riflaydi:

"I. Mutloq, haqiqiy matematik vaqt o`z holicha va o`zining tamoyiliga ko`ra, hamda tashqi biror narsaga taalluqli bo`lmagan holda bir tekisda oqib o`tadi, boshqacharoq qilib aytilganda, davomiylik deb nomlanadi.

Nisbiy, tuyuluvchan, yoki oddiy vaqt bu yoki aniq, yoki o`zgaruvchan, sezgi bilan xis etiladigan, tashqi, biror harakat yordamida amalga oshiriladigan, kundalik hayotda haqiqiy matematik vaqt o`rniga ishlatiladigan, soat, kun, oy, yil kabi davomiylikning o`lchov birligidir".

Bizning kundalik hayotimizda ishlatiladigan nomukammal, ya`ni, shafaqdan shafaqqacha, shuningdek, aniq astronomik vaqt o`lchovi bizga kuzatilayotgan harakatlarga asoslangan nisbiy yoki oddiy vaqtni beradi. Bu harakatlarni, hatto, Yerning aylanishini ham, to`liq ishonch bilan tekis kechuvchi harakat deb bo`lmaydi, shu paytning o`zida haqiqiy matematik vaqt o`z holicha, mutloq tekis oqib o`tadi. Nisbiy vaqtni bilib, yanada aniqroq yuradigan soatlarni ixtiro qilish bilan birga biz yetib bo`lmas idealni, haqiqiy mutloq vaqtni nazarda tutamiz.

"II. Mutloq fazo o`zining tamoyiliga ko`ra hech bir tashqi narsaga taalluqli bo`lmay, har doim bir xilda, qo`zg`almas bo`lib qolaveradi.

Nisbiylik uning o`lchovi yoki cheklangan harakatlanuvchan qismidir, uni biz sezgi organlarimiz orqali ayrim jismlarga nisbatan vaziyati orqali aniqlaymiz va kundalik hayotda qo`zg`almas deb qabul qilamiz, masalan, Yer ostidagi yoki Yer yuzidagi havo fazosining ko`lamligi Yerga nisbatan vaziyatidan aniqlanadi…".

"III. Joy bu jism egallab turgan fazoning bir qismidir, va u fazoga nisbatan yoki mutloq, yoki nisbiy bo`lishi mumkin…".

"IV. Mutloq harakat jismning birinchi mutloq o`rnidan ikkinchi o`ringa siljishidir, nisbiy esa, nisbiy joydan nisbiy joyga siljishiga aytiladi".

Nyuton ta`biriga ko`ra, tabiiy falsafaning vazifasi haqiqiy, mutloq harakatlarni aniqlash va ularning qonunlarini o`rganishdan iboratdir. Biz amalda nisbiy, ko`rinma harakatlarni kuzataolsak-da, ulardan haqiqiy harakatlarni va ularning sabablarini topishimiz mumkin. Misol tariqasida Nyuton aylanayotgan chelak bilan o`tkazgan mashhur tajribasini keltiradi. Agarda suv bilan to`ldirilgan chelakni tepaga arqonga bog`lab osib qo`ysak, avval arqonni burab turib chelakni qo`yib yuborsak, chelakning yon devorlari arqon bilan birga aylanishga tushadi. Suv esa shu zahotiyoq harakatga kelmaydi, avvaliga suv sathi yassiligicha qoladi, ya`ni, u chelakga nisbatan kuchli nisbiy harakatda bo`ladi, va bu nisbiy harakat suvning holatiga ta`sir etmaydi. Suv harakatga tortilgani sari uning sathi deformasiyalanib boradi. Eng kuchli deformasiya suvning aylanish tezligi chelak devorlari tezligiga nisbati nolga teng bo`lgan holda kuzatiladi. Bu vaqtda suvning mutloq harakati eng katta bo`ladi. Nyuton bundan mutloq bo`sh fazoda aylanma harakatni ham aniqlash mumkin degan xulosaga keladi. Nyuton mexanikasidagi tezlanish mutloq xarakterga egadir.

Material jism va real jarayonlardan uzilgan mutloq fazo - vaqt konsepsiyasi metafiziklidir. Nyuton mutloq fazo haqidagi tasavvurlarni tasodifan ilohiyot bilan bog`lamagan. Nyutonning zamondoshlaridan biri kundaligida yozishicha, Nyuton "Optika"sining yangi nashrini tayyorlayotganda unga "Jismlardan holi fazo nimalar bilan to`lgan bo`lishi mumkin?" degan savolni kiritishni taklif qilgan. Nyutonning o`zi u ilohiyot bilan to`lgan deb hisoblagan. Nyuton fikricha, ilohiyot jismlardan holi fazoda ham, jismlar orasida ham mavjuddir.

Bu yerda fizikaning qanday aloqasi bor degan savol tug`ilishi mumkin. Nima uchun Eynshteyndan oldingi fiziklar mutloq bo`sh, qo`zg`almas bir jinsli fazoning metafizik konsepsiyasi, ya`ni, ilohiyotni tanqid qilmay, ma`qullab kelishgan? Chunki bu matematik abstraksiya Yevklid geometriyasi tamoyillariga yaxshigina mos kelgan.

Bu yevklidcha tasavvurlar insonlar miyalarida shunchalik o`rnashib qolgan ediki, Lobachevskiyning geometriyasi hattoki o`z zamondoshi bo`lgan olim-akademiklarga ham noto`g`ri bo`lib tuyulgan.

Ilohiyotga kelsak, ma`lumki, dindor kishi xudoni ixtiyoriy narsaga bog`lashi mumkin, va bu yerda dindor Nyuton fazoni "Xudoning maskani" deb hisoblashida ajablanarli joyi yo`q. Muhimi shundaki, mumtoz (klassik) fizikaga Nyuton mutloq yevklidcha fazodagi jismlar harakati uchun kashf qilgan qonunlari asosi bo`laoldi.

Nisbiylik tamoyiliga ko`ra, bu fazo inersial kuchlar sezilarli tarzda namoyon etilmaydigan ixtiyoriy hisoblanish sistemasi bo`lib tasavvurlanadi.

"Tabiiy falsafaning matematik asoslari" kitobi fanning oltin zahirasiga kirgan kitobdir. Nyuton qonunlari asrlar osha muallif berilgan ta`riflanishda yod olinardi. Masalan, gimnaziya uchun rus tildagi fizika darsliklaridan birida Nyuton qonunlari tarjimasiz lotin tildagi shaklida berilgan. Bu darslik 1915 yilda, ya`ni, Bor atomining kvant modeli yaratilganidan ikki yildan so`ng, va Eynshteyn

tomonidan maxsus nisbiylik nazariyasi yaratilganidan o`n yildan so`ng chiqqan edi. Ko`rib turganimizdek, u vaqtlarda gimnaziya o`quvchilari uchun Nyuton qonunlarining asl matnini bilish majburiy edi. Dunyoning barcha maktablarida sharoit xuddi shunday edi. Kishilarning bir qancha avlodlari tabiatni ilmiy bilishlikning yemirilmas poydevori bo`lib tuyulgan Nyuton qonunlarida tarbiyalanishardi.

Nyutonning qonunlari qayta-qayta izohlangan va tushuntirilgan, shuning uchun ular ustida to`htalib o`tirmaymiz. Faqat Nyutonning o`zi qilganidek, uchinchi qonunining ahamiyatini ta`kidlab o`tamiz. Bu yerda Nyuton mexanikasida ilk bor "o`zaro ta`sir" so`zi paydo bo`ladi. Kuch - bu jismlar orasidagi o`zaro ta`sirdir. Kuchning matematik ifodasi va uchinchi qonunidan Nyuton yopiq sistema uchun impulñning saklanish qonunini va og`irlik markazining harakat saqlanish qonunini chiqaradi: "...Bir nechta jismli tizimi og`irlik markaziga nisbatan bitta jism uchun foydalaniladigan tekis va to`g`ri chiziqli harakat yoki tinch holati uchun saqlanish qonuni o`rinlidir. Shunday qilib, bitta jism yoki bir necha jism tizimining ilgarilanma harakat miqdorini har doim ularning og`irlik markazi harakatiga qarab hisoblash lozimdir".

Mana shunday qilib ikkinchi qonundan kuch ta`siri faqat jismning harakat miqdori o`zgarishiga bog`liqligi va boshqa kuchlarning mavjudligiga yoki jismlarning harakat holatiga bog`liq emasligi ayon bo`ladi, bundan Nyuton qonun xulosasi sifatida kuch parallelogrammi qoidasi ko`rinishidagi superpozitsiya tamoylini ifodalaydi. Shu bilan u yo`l-yo`lakay richag, qiya tekislik va boshqa statik mashinalarning ta`sirini asoslab, statikani ham to`ldirib boradi.

Nyuton dinamikasining asosi kuch tushunchasidir, dinamikaning asosiy vazifasi esa berilgan harakatdan ana shu kuch qonunini va aksincha, berilgan kuchdan jism harakat qonunini topishdan iboratdir. Masalan, Kepler qonunlaridan Nyuton quyoshga yo`nalgan kuch mavjudligini va u quyosh bilan sayyoralar orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsional ekanligini chiqardi. Shu bilan Nyuton Kopernik tizimini fizik asoslanishidek masalasini hal qildi. Bir vaqtning o`zida u tabiatda jismlarning tortishish kuchi mavjudligini, ya`ni, Oyning Yerga tortib turadigan, Yer va boshqa sayyoralarni quyoshga tortib turadigan kuchni, boshqacharoq aytadigan bo`lsak, butun olam tortishish qonunini kashf qildi.

Kepler sayyoralarni quyosh atrofida harakatga keltiruvchi kuch tabiati haqida fikr yuritib, ularni quyosh ergashtirib yurishi haqida xulosaga keladi. Suv uyurmasi unga tushgan jismlarni aylantirganidek, quyosh o`z o`qi atrofida aylanib, o`zining ketidan sayyoralarni ergashtiradi. quyosh atrofida harakatlanayotgan sayyoralar turli aylanish davrlarga ega ekanligi Keplerni hijolat qilmadi. Shu bilan birga Kepler jismlarning tortishish sababi temir parchani magnit tortganidek tabiatga ega deb taxmin qilgandi. Kepler shunday kuch bilan okean suvlari Oyga tortishishiga yo`yib, ko`tarilish-pasayishlarni tushuntirardi. Kepler fikricha, Koinotda yakka-yakka ikkita tosh boshqa jismlar ta`siri ostida "ikkita magnit kabi, bir-biri bilan birikishga intiladilar".

Keplerning ko`pgina fikrlari fantastik bo`lsada, u jismlarning olam markaziga tabiiy intilishi kabi aristotelcha tortishish konsepsiyasidan uzoqlashishga qadam qo`ydi. Dekart o`zining kosmogonik nazariyalarida bu

konsepsiyadan uzil-kesil uzoqlashadi va tortishishni olam materiyasining uyurmali harakati natijasidir deb hisoblaydi. Gyuygens Dekart nuqtai nazarini ma`qullab, zarrachalari vaznsiz holatda bo`lgan aylanayotgan suyuqlik ustidan olib borgan tajribasini namoyish qiladi. Avvaliga idish devorlariga uloqtirilgan zarrachalar keyinchalik markazga intiladilar. Bu hodisani stakanda choyni aralashtirgan barcha ko`rgan; aralashtirish to`htagandan so`ng zarrachalar stakan tubi bo`ylab markazga intiladilar. Stakandagi choy zarralarining xulq-atvori haqida Eynshteyn maqolalarining birida yoritmoqchi bo`lgan, u tortishish tabiatini tushuntirishda Gyuygens bunday masalani qo`yganligini bilmagan. Biroq, tortishishning uyurmali konsepsiyasi chiroyli modelni bersada, osmon yoritkichlari harakatini aniq tasavvurlashga yordam bermasdi.

Vaqt o`tishi bilan quyosh sayyoralarga, sayyoralar o`z yo`ldoshlariga ta`sir etuvchi kuch g`oyasi oydinlashib bordi. Masalan, Florensiya tajriba Akademiyasi a`zolaridan biri Borelli (1608 - 1679) 1666 yili Yupiter yo`ldoshlarining harakat nazariyasini tahlil qilib, yozgan edi: "Faraz qilaylik, sayyora quyoshga intilmoqda va shu bilan birga o`zining aylanma harakati tufayli doira markazida joylashgan bu markaziy jismdan uzoqlashmoqda. Agarda bu ikkala qarama-qarshi yo`nalgan kuchlar bir-biriga teng bo`lsa, ular muvozanatlashishi lozimdir, unda sayyora quyoshga yaqinlashaolmaydi ham, ma`lum chegarada uzoqlashaolmaydi ham, va mana shunday muvozanatli holatda u Quyosh atrofida aylanishini davom ettiraveradi".

Borelli o`sha vaqtda yosh Nyuton matematik tarzda bu g`oyani hisoblab chiqqanini va Oyning Yer atrofidagi harakatini tasavvurlab berganini bilmagan edi. Undan so`ng, 1673 yili Gyuygens markazga intilma kuch qonuni ta`rifini berdi, keyingi, 1674 yilda esa, Guk olamning tasviriy chizmasini tasavvurlab berdi, unda "barcha osmon jismlar tortishishga ega, ya`ni, o`zining markaziga tortishish kuchiga ega". Guk bu kuchning markazgacha bo`lgan masofaga bog`liqligi qonuniyatini aniqlashning uddasidan chiqaolmadi.

Faqatgina Nyuton bu hom, tugallanmagan g`oyalarni matematik qonunning aniq shakliga aylantiraoldi. Kuch markazi ungacha bo`lgan masofa kvadratiga teskari proporsional kuch bilan ta`sir etish gipotezasi yetarli darajada tabiiydir, va umuman olganda, uni Nyuton 1675 yilda o`zining optikaga doir xotiralarida bayon etgan edi. Nuqtaviy manba tomonidan hosil bo`lgan yorug`lik masofa kvadratiga teskari proporsional kamayib borganidek, kuch markazi ta`siri ham borgan sari kattaroq sirtga yoyilganda markazgacha bo`lgan masofa kvadratiga teskari proporsional kamayib boradi. Bu gipoteza o`z-o`zidan geometriya qoidalaridan kelib chiqardi. Shuning uchun, Nyuton Oy harakati haqida fikr yuritar ekan, Oy Yerga tosh singari tushishi, lekin uning tezlanishi tosh tezlanishidan Yer radiusi kvadrati Oy markazi bilan Yer markazi orasidagi masofa kvadratidan qanchalik kichik bo`lsa, shunchaga kam deb taxmin qiladi.

"Oy Yerga tortiladi va tortishish kuchi tufayli doimo to`g`ri chiziqli yo`lidan chetlashishadi, oqibatda, o`zining orbitasida tutilib qoladi". "Asoslari"da berilgan bu taxminni Nyuton hisoblari bilan tasdiqlaydi. Gyuygens bergan markazga intilma tezlanish formulasi hamda astronomik va geodezik ma`lumotlaridan foydalangan holda Nyuton Oyning markazga intilma tezlanishi tosh tushish

tezlanishidan 3600 marta kichikligini ko`rsatadi. Yer markazidan Oy markazigacha bo`lgan masofa Yer radiusiga nisbatan 60 marta katta bo`lgani uchun Oy ham Yerga tosh singari tortiladi, faqat uning tortishish kuchi masofa kvadratiga teskari proporsional ravishda kamayib boradi, deb taxmin qilish mumkin. "Oyni orbitasida tutib turgan kuch Yerga yo`nalgan va joyidan Yer markazigacha bo`lgan masofalar kvadratiga teskari proporsionaldir".

Kepler qonunlaridan Nyuton muhim xulosaga keladi: "Bosh sayyoralarning to`g`ri chiziqli yo`llarini egrilantirayotgan va ularni orbitalarida tutib turgan kuchlar quyoshga yo`nalgan va uning markazigacha bo`lgan masofalar kvadratiga teskari proporsionaldir".

Oyning Yerga va sayyoralarning quyoshga tortishish qonunlari ta`riflariga berilgan "Nasihatlari"da Nyuton, agarda Yer atrofida bir necha oy aylanganda edi, ularning barchasi xuddi shunday kuch ta`sirida harakatlanib, ularning harakati ham Kepler qonunlariga bo`ysunishini ko`rsatadi. "Agarda ularning ichidagi eng past oy kichik bo`lib, eng baland tog`larning uchlariga tegib turganda edi, unda uni orbitasida ushlab turgan markazga intilma kuch taxminan shu tog`lar cho`qqilaridagi og`irlik kuchlariga teng bo`lardi; agarda bu yo`ldoshcha orbita bo`ylab ilgarilanma harakatdan mahrum etilsa, uni orbitada tutib turgan markazdan qochma kuch yo`qligi tufayli Yerga qulay boshlardi, bunda uning tezligi shu tog`lar tepasidan og`ir toshlar tushish tezligiga tenglashardi...".

Nyutonning bu fikri olamni bilishlikda inson tafakkuri qanchalik ulkan odim tashlagani namoyon bo`ladi. Hali peripatetik an`analar hukm surgan paytda, Kopernik ta`limoti ta`qiqlangan bir vaqtda Nyuton Yerning sun`iy yo`ldoshlari ("yo`ldoshcha") dinamikasini tahlil qilmoqda. Uning hayoliy tajribasi olimlar tomonidan 1957 yilning 4 oktyabr sanasida ilk bor Yerning sun`iy yo`ldoshi uchirilishi bilan amalga oshirildi.

Yer va Oydan Nyuton nazarini sayyoralarga qaratadi. U tortishish barcha sayyoralarda mavjuddir degan xulosaga keladi va uchinchi qonunga binoan "Yupiter barcha o`zining yo`ldoshlariga, Saturn o`zinikiga, Yer Oyga, quyosh barcha bosh sayyoralarga tortiladilar". Bunda "sayyoralardan ixtiyoriysiga qaratilgan tortishish joyidan uning markazigacha bo`lgan masofalar kvadratiga teskari proporsionaldir". Bu yerda "jism" o`rniga "joy" deb bunday ta`riflanishi Nyuton tortishish haqida gapirganda biz hozirda tortishish maydoni deb nomlangan narsani nazarda tutganidan dalolat beradi. Tortishish maydoni sayyora massasiga bog`liq bo`ladi: "Barcha jismlar har bir aloxida olingan sayyoraga tortiladilar, va har bir sayyoradagi jismning og`irligi uning markazigacha bir xil masofalarida shu sayyoralar massalariga proporsionaldir".

Bu ifoda bilan Nyuton jismlarning Yer markazida joylashgan olam markaziga tabiiy intilishi haqidagi peripatetiklarning og`irlik konsepsiyasiga qahshatkich zarba beradi. Har bir sayyora o`zining tortishish maydonini hosil qiladi va "boshqa sayyoralardagi og`irlik tabiati Yerdagiga o`xshashdir". Ayniqsa, Galiley tomonidan topilgan og`ir jismlarning tushish vaqti massaga bog`lanmasligi fakti muhimdir. Nyuton buni "mayatniklar tebranish vaqti tengligidan" "eng katta aniqlikda" tekshirish lozim deb hisoblagan. "Men shunday tajribani oltin, kumush, qo`rg`oshin, shisha, qum, oddiy tuz, yog`och, suv, bug`doy ustida o`tkazib

ko`rdim. Men bir-biriga teng ikkita yumaloq yog`och idishcha tayyorladim; ulardan bittasini yog`och bilan to`ldirdim, ikkinchisiga esa, oltindan bo`lgan xuddi shunday og`irlikdagi yukni tebranish markaziga joylashtirdim. Bir xil, ya`ni, 11 fut uzunlikga ega iplarga osib qo`yilgan idishlar og`irligi, shakli va havoga ta`sir ko`rsatishi jihatidan ikkita bir xildagi mayatnikni hosil qildilar; ikkalasi yonma-yon joylashtirilganda bir xildagi tebranishlarda uzoq davom etgan vaqtgacha orqaga va oldinga teng yurib turdilar... Demak, oltindagi modda miqdori yogoch modda miqdoriga nisbati barcha oltinga ta`sir etayotgan yurituvchi kuchning yog`ochga ta`sir etayotgan kuch nisbatiga, ya`ni, bittasining og`irligi ikkinchisining og`irligiga nisbatiga tengdir. Boshqa jismlar uchun ham xuddi shunday edi. Bir xil og`irlikdagi jismlar orasidagi modda miqdori (massasi) farqlari, xatto to`liq massaning mingdan bir ulushi farqi bunday tajribada yaqqol aniqlanishi mumkin edi" deb yozadi Nyuton.

Nyuton massa va vaznning proporsionallik fakti aniqlanishi ahamiyatini tushundi. U tortishish qonunini kashf qilganidan so`ng massa nafaqat jism inertligini ko`rsatuvchi xarakteristika, balki gravitasiyaning xarakteristikasi ham bo`lib qoldi. Nyuton o`tkazgan tajribalari gravitasion va inert massa bir-biriga 0,001 aniqlik darajasigacha teng ekanligini ko`rsatdi. Keyinchalik o`tkazgan tajribalar bu tenglik undan ham katta aniqlikda saqlanishini isbotladi. Bu faktni Eynshteyn o`zining tortishish nazariyasiga asos qilib oldi. Ko`rib turganimizdek, bu narsa tortishish qonunini kashf etishda ham fundamental ahamiyatga ega bo`ldi.

"Tortishish umuman barcha jismlarga xos va har birining massasiga proporsionaldir" (ta`rif VII).

"... Butun sayyoraga tortishish uning ayrim qismlari tortishishlaridan jamlanadi va hosil bo`ladi..." (xulosa 1).

"Jismlarning ayrim teng zarrachalariga tortishish joydan zarrachalargacha bo`lgan masofa kvadratiga teskari proporsionaldir" (xulosa 2).

Nyuton o`zining mashhur qonunini ana shunday ta`riflaydi, hozirda biz uni

$$F = G\frac{m_1 m_2}{r^2}.$$

ko`rinishidagi ihcham formula bilan ifodalaymiz.

Bu qonuni bilan Nyuton Kopernik tizimiga va butun osmon mexanikasiga aniq dinamik zamin yaratib berdi, ular bu asosga tayangan holda rivojlanib ulkan muvaffaqiyatlarga erishdi. "Astronomik aniqlik" degan ibora ilmiy bashoratning yetib bo`lmas aniqlik sinonimi bo`lib qoldi. XIX asrda Leverå va Adamslar tomonidan Neptun sayyorasini "qalam uchida" kashf qilinishi Nyuton nazariyasining o`ta kuchli muvaffaqiyati bo`ldi. Insonni kosmosga olib chiqqan kosmonavtikaning hozirgi yutuqlari Nyutoncha nazariyaning yangi yorqin g`alabasidir. Butun olam tortishish qonuni erishgan bu yutuqlari orqali o`zining o`ta yuqori aniqligini isbotladi.

Tortishish qonuni ayrim holda diniy bahslarga o`tib ketuvchi uzoqdan uzoq davom etuvchi munozaralarni keltirib chiqardi. Fizikada bular masofada ta`sirlashuvi tabiati haqidagi munozaralar, Nyuton va Dekart tarafdorlari orasidagi bahslar edi. Ular Nyuton hayotligidayoq boshlanib ketgan edi. 1713 yilda

"Asoslari"ning ikkinchi nashri chiqayotganda, bu nashrning muharriri kembridjlik yosh astronom Rodjer Kots yangi nashrga jangovar antikartezian va antimaterialistik tus berishga harakat qildi. U nashrni o`zining keng ko`lamli so`zboshisi bilan ta`minladi, unda fan tarixida Nyutoncha deb nom olgan yo`nalishning uslubiy asoslari bayon etilgandi.

O`zining so`zboshida Kots unga zamondosh bo`lgan fanda uchta asosiy uslubiy yo`nalish, ya`ni, Aristotel davridan boshlangan peripatetik, kartezian va Nyutoncha yo`nalishlarni ko`rsatib o`tadi. Kotsdan qirq yilcha o`tgandan so`ng Lomonosov ham bu uchta yo`nalishni birlashtiradi va unda o`zini "Aristotel, Karteziy yoki Nyuton deb hisoblashmasin" deb ogohlantiradi, bu bilan u o`zining ilmiy fikrlashi aslligi va o`ziga xosligini ta`kidlabgina qolmay, balki bosh bo`lganlarning nomi bilan atalgan uchta asosiy yo`nalish mavjudligini bildiradi.

Peripatetik "yashirin sifatlar" konsepsiyaning va umuman sxolastik an`analarning yashovchanligiga shubha paydo bo`lishi mumkin. Biroq, o`tmishdan qolgan peripatetik uslubiyat Nyuton va Lomonosov davrida butkul sahnadan hali tushib ulgurmagan edi. Lomonosov haqiqatdan ham teplorod g`oyasida "Aristotelning elementar alangasi"ni ko`rardi, "yashirin sifatlar" esa, xatto XIX asr fizikasida ham mavjud edi.

Kots o`zining so`zboshida peripatetiklarni "umuman olganda, ular hech narsaga o`rgatmaydilar" deb ta`kidlab, tezgina yengadi va tanqidining butun kuchini kartezianlarga qaratadi, ularni u turli sezilmas suyuqliklarni va yashirin harakatlarni o`ylab topib, "uydirmalarga beriladilar" deb ayblaydi. Nyuton nazariyasining asosiy ta`riflarini, ya`ni, unga binoan "Er va quyosh va uning ketidan ergashib yuruvchi barcha osmon jismlar o`zaro tortishadilar", va "alohida mayda zarrachalar massalariga proporsional tortishish kuchlariga... egadirlar" hamda masofalar kvadratiga teskari proporsionaldir deb bayon qilgan Kots bu nazariya ("falsafa") ixtiyoriy gipoteza emas, balki kuzatuv va tajribalar ustida qurilganini ta`kidlaydi. Bu bilan u kartezian nazariyasi oldida ustunlikga ega, chunki tajribaga asoslangan va tajriba bilan mos tushishini ko`rsatmoqchi bo`ladi. Kots fikricha, gipotetik element bunda butkul yo`q. Lekin, asosiy savol, ya`ni, tortishish va umuman masofada ta`sirlashuvchi kuch o`zi nima degan savol qoladi. Bu narsa peripatetiklarning "yashirin sifatlari" singari yashirin hislat emasmikan?

Kots "Tortishish osmon jismlar harakatining yashirin sababi emas, chunki hodisalar bu sabablar haqiqatdan ham mavjudligini ko`rsatmoqda" deb rad etadi va "To`g`risini aytganda, yashirin sabablarni bu harakat qonunlarini umuman sezgilarimiz xis qilaomaydigan, ayrim sof hayoliy materiyaning qandaydir uyurmalar harakatlardan deb fikrlaydiganlar o`ylab topadilar".

Tortishish sabablari haqidagi savol ma`noga ega emas. "Sabablar uzilmas zanjir kabi eng murakkabidan soddasiga qarab yuradi, va agarda eng sodda sababga yetib kelsak, undan keyiniga yo`l yo`q". Mana shunday "eng sodda" sabab Nyuton tomonidan aniq qonuni topilgan tortishishdir. Shunga qaramay Kots o`zining so`zboshida efir konsepsiyasi va uning uyurmali harakatlarini inkor etishga anchagina joyini ajratish lozim deb hisoblaydi. Kots haqiqatdan "bu efirning mavjudligi hech narsa bilan namoyon etilmaydi" deb ko`rsatadi, lekin u bu ilmiy argument bilan cheklanmaydi, balki kartezianlarga "olamni ilohiyot

boshqaradi, materiya esa, o`z ixtiyoriga ko`ra har doim har yerda mavjud bo`lgan va u cheksiz hamda abadiydir deb o`ylaganlar harom podadan farqi yo`q" deb qahshatkich zarba beradi. Masalaning jumbog`i ham ana shunda. Bo`sh fazo, uzoqdan ta`sir etuvchi kuchlar va birlamchi turtki (boshlang`ich sharoit) dindorlarni qoniqtirardi, izlanuvchan materialistlarning "faqatgina o`z aql-idrokiga ishongan holda tabiatning haqiqiy qonunlarini axtarishlari" esa, "falsafa dahriylikga asoslangan bo`lishi mumkin" degan ma`noni bildiradi. "Bunday insonlar uchun falsafani buzish shart emas" deb zahrini sochadi Kots. U muharrirlik qilayotgan Nyuton asariga kelsak, Kots yakuniy xulosa sifatida "Shuning uchun Nyutonning bu ajoyib asari dahriylarning hujumini bartaraf etuvchi eng yaxshi himoyadir, va bularga qarshi bundan yaxshiroq qurolni hech qaerdan topib bo`lmaydi" deb ta`kidlaydi.

Nyuton nazariyasidan dahriylarga qarshi nutqlarida foydalangan Triniti-kolledj rahbari yepiskop Bentli ruhsati va faol homiyligi ostida mana shunday mazmundagi xulosa uchun ham Kots o`zining kattagina so`zboshisini yozadi.

Bu yerda Nyuton o`zining pozitsiyasi qanday bo`lgan? Nyuton gipotezalarga o`zining salbiy munosabatini yashirmagan. "Optika"da ham, "Asoslari"da ham u o`quvchiga gipotezalarga qarshi ekanligini bildiradi va gipotezalar haqida ochiq-oydin "Gipotezalarga... metafizik, mexanik, yashirin xususiyatlarga eksperimental falsafada o`rin yo`q" deb ta`kidlaydi. Nyutonning mashhur "hupotheses non fingo" ("gipotezalarni o`ylab topmayman") gapi qisqa va lo`nda qilib uning gipotezalarga munosabatini bildiradi, va bu borada u Kotsni to`laligicha ma`qullaydi.

Biroq bunday qat`iy ta`kidiga qaramay, u "Asoslari"da ham, "Optika"da ham bir necha marotaba gipotezalarni ilgari suradi va muhokama qiladi. Ahir, uning hech qanday sezgi bilan his etib bo`lmas mashhur mutloq bo`shliq konsepsiyasining o`zi gipotezadir, gipoteza bo`lganda ham metafizik xarakteridagi gipotezadir. Ustiga ustak, "Asoslari"ning birinchi nashrida fizikaning asosiy dasturi sifatida tabiatning mexanik modelini yaratishdek vazifani qo`yadi. Bunda u tabiat hodisalari "qandaydir kuchlarga bog`liq, ular ta`siri ostida jismlar zarralari hozircha noma`lum sabablarga ko`ra yoki bir-biriga intilib, to`g`ri shakllarda birikadilar, yoki o`zaro itarishib, bir-biridan uzoqlashib ketadilar" degan gipotezadan foydalanadi.

Bu dasturiy bayonidagi chizilgan olam tasavvuri atom gipotezasiga hamda hali nom`lum atomlararo tortishish va itarilish kuchlarga tayanadi. Nyuton matematik tasnifini batafsil bayon qilib bergan uzoqdan ta`sirlashuvchi markaziy kuchlarning o`ziga kelsak, u bu xarakteristika faqatgina matematik tasnifdir, va u bilan "bunday kuchlar paydo bo`lishning fizik sabablari" yoki "fizik kuchlar" ma`nosidagi "matematik nuqtalar" emas deb ta`kidlaydi. Markazga intilma kuchlarni tasvirlovchi tushunchalarni shakllantirib bergan Nyuton "Bu tushunchalarni matematik deb qabul qilinmog`i lozim, chunki men fizik sabablarini va kuchlar joylashgan yerlarini hali muhokama qilayotganim yo`q" deb ta`kidlaydi.

"Asoslari"ni tugatar ekan, Nyuton Kots yozgan bag`ishlovi ruhida "umumiy nasihat"ni quyidagi so`zlar bilan boshlaydi: "Uyurmalar gipotezasi ko`pgina qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi" va Kotsga nisbatan qisqaroq bo`lsada, lekin

aniqroq qilib o`z nazariyasining mohiyatini bayon etadi, bu bayonda berilganlari kuzatuvlar bilan yaxshi moslashishi, kartezian uyurmali nazariya esa, bunga qarshi ekanligini bildiradi. Kots ruhida Nyuton ham "quyosh, sayyoralar va kometalarning shunday o`ta ajoyib qo`shilishi faqatgina qudratli va o`ta aqlli mavjudot ixtiyori va hukmi bilan paydo bo`lishi mumkindir" degan xulosaga keladi. Shunday qilib, "gipotezalarni o`ylab topmaslik" ixtiyoriga qarshi Nyuton ilohiyot gipotezasini kiritadi va batafsil muhokama qiladi hamda diniy nasihatlarini "sodir etilayotgan hodisalar asosida, ular tabiiy falsafa faniga taalluqlidir" degan ta`kidi bilan tugatadi. Shunday qilib, kartezian gipotezalarga "tabiiy falsafada o`rin yo`q", diniylariga esa Nyuton va Kots bajonidil "tabiiy falsafa"dan betlarini tortiq qiladilar. Bu joyda ularning istaklari hamoxangdir.

Biroq, bu antikartezian diniy "umumiy nasihat" kutilmagan so`zlar bilan tugaydi: "Endi barcha jismlardan o`tib boruvchi hamda ularning ichida mujassam bo`lgan qandaydir o`ta nozik efir haqida bir og`iz gap; uning kuchi va ta`siri bilan jismlarning zarralari kichik masofalarda o`zaro tortishadilar, to`qnashganda esa yopishadilar, elektrlangan jismlar kattaroq masofadan, yaqindagi kichikroq jismlarni yo itarib, yo tortib ta`sirlashadilar, yorug`lik nurlanadi, akslanadi, sinadi, egrilanadi va jismlarni qizdiradi, sezgi har qanday narsani his etish orqali hayvonlarning a`zolarini harakatga keltiradi; bular hammasi aynan shu efir tebranishlari tufayli tashqi sezish a`zolari orqali miyaga va miyadan mushaklarga uzatiladi. Biroq buni qisqagina qilib bayon etishning iloji yo`q, ular orqali shu efirning ta`sir etish qonunlarini ochib beruvchi va ko`rsatuvchi tajribadan olingan ma`lumotlarning yetarlicha zahirasi ham yo`q".

Nyutondagi fizik Nyuton-teologni yengadi va u o`zining asarini jismlar xossalarini tushuntiradigan, elektr, optik va fiziologik-psixologik hodisalarni Dekartning materialistik konsepsiyasi ruhida tushuntiruvchi efir fizikasiga doir ulkan dastur chizgilari bilan tugatadi.

II QISM. MUMTOZ FIZIKANING ASOSIY YO`NALISHLARI RIVOJLANISHI (XVIII - XIX asrlar)

I BOB. XVIII asrda ILMIY INQILOBNING TUGALLANISHI

Tarixiy sharhlar

"Biz Yevropada fanlar tiklangach, tinmay rivojlanib borayotgan shunday zamonda yashayapmiz" deb yozgan edi 1746 yilda M.V.Lomonosov o`zining "Volfian fizikasi"ning so`zboshisida. "Fanlar tiklanishi"ning inqilobiy jarayonini tasniflagan Lomonosov o`rta asr davrida fanlar taraqqiyotini sekinlashtiruvchi asosiy sababini Aristotel obrusiga itoat qilish deb ko`rsatadi va o`zining tanqidiy tahlili bilan "erkin fikr yuritishga yo`l ochib, fanlarning amalda oshishiga" Karteziy (Dekart)ning ahamiyatini alohida ta`kidlab etadi. Lomonosov Galiley - Nyuton davridagi astronomiya, matematika va tabiatshunoslikning yutuqlarini yorqin va ifodali tasniflaydi va bu yutuqlar "xozirda ilmli kishilar, ayniqsa, tabiiy narsalarni tadqiq qiluvchilar bitta boshda tug`ilgan uydirma va safsatalarga kam ishonadilar, ko`proq haqiqiy san`at bilan tasdig`ini topadilar. Tabiiy fanlarning asosiy qismi bo`lmish fizika xozirda yagona ana shunisi bilan asosga egadir. Fikriy mulohazalar qayta va qayta takrorlangan ishonchli tajribalardan kelib chiqadi" deb qayd qilgan edi.

Lomonosovning ajoyib so`zboshisi XVIII asrning o`rtasidagi ilg`or olim naqadar chuqur va aniq darajada Galiley, Kepler, Boyl, Gerike, Gyuygens, Nyuton va XVII asrning boshqa tabiatshunoslari tomonidan fanda buyuk burilishni boshlaganlariga aloqador ekanligini sezgan. U o`rta asr davridagi olimlarning sxolastik usullaridan "haqiqiy san`at" bo`lmish fandagi tajribaga o`tishning ahamiyatini yaxshi tushungan. Lomonosov o`zining so`zboshisida Galiley - Nyutonning ishini yakunlayotgan o`z zamondoshlarining fikri va kayfiyatlarini ifodalagan edi. Bu davrga kelib fizika va kimyoda tajribani qo`llash sohalari kengayib bordi. Tajriba issiqlik va elektr hodisalarni tadqiq qilishda, kimyoviy reaksiyalar tahlilida, biologiyada keng foydalana boshlandi. Matematikaning astronomiya va mexanikada qo`llanishi osmon mexanikasidagi ajoyib yutuqlarga olib keldi va Eyler - Lagranjning analitik mexanikasiga asos soldi. Mexanika Nyutonning qo`pol geometrik usullaridan halos bo`ldi hamda ixcham va nozik matematik fanga aylandi. Fizikadan ajralib chiqib, u fizikaviy nazariyaning namunasi sifatida taqdim etildi.

Ilmiy taraqqiyot ijtimoyi taraqqiyot bilan uzviy bog`langan edi. Ilmiy inqilobning chuqur ijtimoyi sabablari mavjud edi. Ilmiy inqilob feodalizmdan kapitalizmga o`tishning tarixiy davrida bo`lib o`tdi. Bu tarixiy jarayon XVIII asrda tobora rivojlanib bordi. Angliya ketidan Fransiyaning navbati yetib keldi, u yerda yuzyillikning birinchi yarmi davomida "uchinchi tabaqali"larning dvoryanlar va diniy peshvolarga qarshi shiddatli kurashi bo`lib o`tdi. Uchinchi tabaqalilarning mafkurachilari, ya`ni, fransuz ma`rifatchilari va materialistlar qaynoq faoliyatni boshlab yubordilar, umuman olganda, bu narsa inqilobga mafkuraviy tayyorgarlik bo`lib chiqdi. Feodallikning mafkuraviy tayanchi bo`lmish katolik cherkov achchiq va ayovsiz tanqidga uchradi, insonlarning tabiiy tengligi g`oyalari, yangicha,

"tabiiy" va "ongli ravishda" asoslarida jamiyatni qayta qurish g`oyalari targ`ib qilinardi.

Yozuvchilar va faylasuflar, siyosiy arboblar feodal jamiyatning asoslarini tanqid qilardilar. Bomarshe komediyalari, Volterning romanlari va falsafiy asarlari, Russoning jamoa va pedagogik g`oyalari, Didro, Lametri, Gelvesiy, Golbax va boshqalarning falsafiy asarlari turli kuch, turli darajada va har tomonlama feodallikning ustunlarini yemirib bormoqda edi.

Fransuz ma`rifatchilari va faylasuflarning faoliyatida fan aolxida ahamiyatga ega edi. Ularning nazariy konsepsiyalari negizida fanning qonunlari, aql-idrokning qonunlari mujassam edi. Volter o`zining "Falsafiy xatlar", "Nyuton falsafasining asoslari" kitoblarida fransuz kitobxonlarni Nyuton nazariyasi bilan tanishtirardi. Uning tashabbusi va bevosita ta`siri ostida ma`rifatli markiza Emiliya de Shatle Nyutonning "Asoslari"ni fransuz tilga o`girdi va ularni Emiliyaning o`zi yozgan "Olam tizimining qisqacha bayoni" va "Olam tizimiga doir eng muhim masalalarning analitik yechimi" deb nomlangan qo`shimchalar bilan to`ldirdi. Tarjimaga Volter "Tarixiy so`zboshi"ni yozdi. Tarjima 1759 yilda, Shatle vafotidan o`n yildan so`ng bosilib chiqdi.

1751 yildan Didro va Dalamber taxriri ostida mashhur "Ensiklopediya, yoki fanlar, san`at va hunarmandchilikning Izohli lo`g`ati" chiqa boshladi.

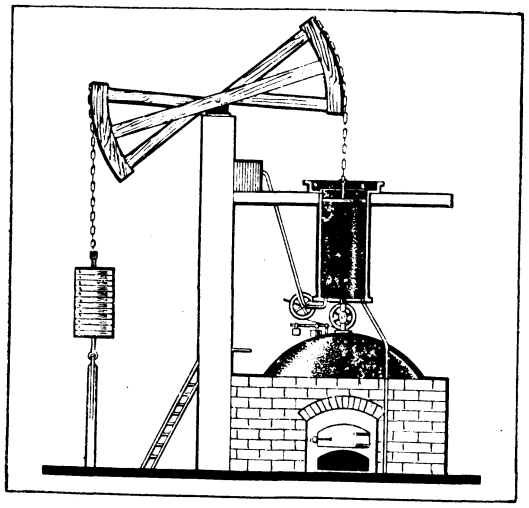
"Ensiklopediya"ning birinchi tomlarida Volter va Russolar ham birga xizmat qilganlar. 1757 yilga qadar Didro "Ensiklopediya"ni matematik Dalamber bilan birga tahrir qilib turgan. 1757 yildan uning oxirgi tomi chiqqunga qadar, ya`ni, 1780 yilgacha nashrga Didro boshchilik qilib turgan.

Fransuz inqilobi mafkurachilarining ta`siri Fransiya tevaragidan ancha chiqib ketgandi. Ular insoniyatning ma`naviy taraqqiyotiga ulkan xissa qo`shdilar. Fransiyalik materializm marksizmning manbalaridan biri edi. Jamoa g`oyaviyligining taraqqiyotida, ya`ni, falsafa va adabiyotning rivojlanishida XVIII asrdagi fransuz yozuvchi va faylasuflarning o`rni beqiyosdir.

Fransuz ma`rifatchi va materialistlar aql-idrok va fanning ahamiyatini yuqori baholay bildilar, natijada fan va madaniyat tarixiga XVIII asr "aql-idrok asri" nomi bilan kirib kelishiga sababchi ham bo`ldilar. Bu nom, garchi shu, XVIII asrda fan yutuqlariga qarshi g`oyaviy reaksiya ham paydo bo`lib, kuchaygan bo`lsada, tarixda mustahkamlanib qoldi. Yepiskop Djordj Berklining (1684 - 1753) sub`ektiv idealizmi, David Yumning (1711 - 1776) skeptitsizmi, Immanuil Kantning (1724 - 1804) ta`limotlari ham ana shu XVIII asrda shakklanib paydo bo`ldilar. Bu yerdan tabiatshunoslikning falsafadan ajralishi kelib chiqadi, u ayniqsa Shelling, Gegel, Fixtelarning nemis mumtoz falsafasining hukmronlik davrida yaqqol ko`zga tashlanadi.

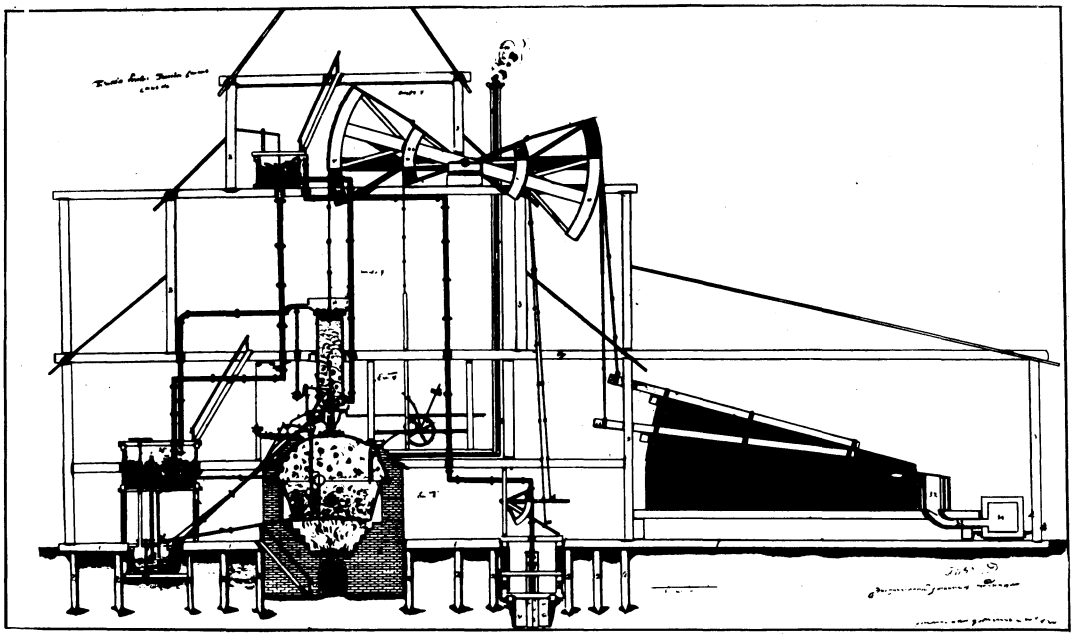
XVIII asrning ijtimoyi tarixiga qaytaylik. Feodallikdan kapitalizmga o`tish davri uchta asosiy bosqich bilan belgilanadi. Bu, birinchidan, 1775 - 1783 yillardagi Amerikadagi inqilobdir, uning natijasida dunyoning siyosiy xaritasida yangi mustaqil davlat, ya`ni, Amerikaning qo`shma Shtatlari paydo bo`ldi. Marks "mustaqillik uchun XVIII asrdagi amerikalik urush yevropalik burjuaziya uchun ogohlantiruvchi bong bo`lib yangradi..." deb qayd etdi.

Bu ogohlantiruvchi bongdan so`ng feodal dvoryanlar ustidan burjuaziyaning g`alabasini ta`minlagan Ulug` fransuz inqilobning (1789 - 1794) o`ti alanga oldi.



Nyukomen mashinasi

XVIII asrdagi siyosiy inqiloblar bilan bir qatorda iqtisodiy sanoat inqilobi ham bo`lib o`tdi, uning natijasida ishlab chiqarishning fabrika va zavod, ya`ni, korxonalar usuli hunarmandchilik usulini sitib chiqardi. Aynan shu asrda kapitalistik industrializasiya boshlandi. U Angliyada boshlanib, tarixga "Angliyadagi sanoat to`ntarilishi" nomi bilan kirib qolgan. To`ntarishning boshlanishi ingliz Djon Uayyatt (1700 - 1766) tomonidan ilk bor to`quv dastgoxning (1733) ixtiro qilish sanasi hisoblanadi. Haqiqatdan ham, sanoat to`ntarilishi mato-gazlama ishlab chiqarishda to`quv dastgox ixtirosi bilan boshlandi. Biroq, Uayyatt kashfiyotidan boshlab dastgoxlar bilan jihozlangan ilk bor to`quv korxona tashkil etilgunga qadar uzoq va mashaqqatli yo`l yotgan edi. Uayyatt, Xargrivs, shuningdek, boshqa kashfiyotchilar ham muvaffaqiyatga erishaolmadilar. Epchil sulloh tadbirkor sartarosh Richard Arkrayt (1732 - 1792) to`quv mashinaning ixtirosini amaliy yo`lga qo`yaoldi va 1771 yilda u patent olgan mashinalar bilan jihozlangan birinchi to`quv fabrikani qurdirdi. Arkrayt Angliyaning birinchi fabrikanti, zamonaviy sanoat "boss"larning ajdodi bo`ldi.



I.I.Polzunov bug’ mashinasining loyihasi

Fabrika universal dvigatelga muhtoj edi. Chor Rossiyaning Oltoy zavodlarida ishlagan buyuk rus mexanigi Ivan Ivanovich Polzunov (1728 - 1766)

"suv hukmronligidan voz kechish" haqida va daryo sohiliga bog`langan suv tegirmoni g`ildiragidan issiqlik dvigatelga, "o`tli mashinaga" o`tishni fikrlar edi.

Bunday mashinalar XVIII asr boshlaridan ma`lum bo`lgan (Nþkomen, 1705). Nafsilamrini aytganda, bular bug`-atmosferali mashinalar bo`lib, ulardan konlardan suvlarni tortib olish va ko`ngil ochar bog`lardagi favvoralarga suv eltish uchun ishlatilib kelingan. Polzunov bug`ni avtomatik kiritish va chiqarishga hamda vakuum hosil qilish uchun sovuq suvni purkashga ega uzluksiz harakatlanuvchi bug`-atmosferali mashinani qurdi. Afsuski, ixtirochining bevaqt o`limi (mashina ixtirochining o`limidan so`ng amalda sinab ko`rilgandi) va feodal Rossiyadagi nohush sharoitlar qiziq va muhim ishni oxiriga yetkazishga halaqit berdi. Polzunovning ixtirosi uzoq vaqtgacha xotiradan chiqarib yuborildi.

Kondensatori ish silindridan ajratilgan va uzluksiz harakatga ega universal bug`li (bug`-atmosferali emas) dvigatel ingliz ixtirochisi Djems Uatt (1736 - 1819) tomonidan kashf qilindi. Bug` mashinalar Angliyaning ko`pgina fabrika va zavodlarida ishlar, paroxodlarning g`ildiraklarini harakatga keltirar (Fulton, 1807). Birinchi parovozlar yaratilmoqda edi. Bug` davri boshlangan edi.

Shunday qilib, XVIII asr jamiyat tarixida kapitalizmning feodallik ustidan g`alaba qozonishini ta`minladi va Yevropa hamda Amerikada sanoat kapitalizmi davriga asos soldi.

Rossiyada fan. M.V.Lomonosov

Kapitalizm taraqqiyoti bir tekisda sodir etilmay, balki har bir davlatda o`ziga xos rivojlanar edi. Masalan, yosh burjua AqSh respublikasida kapitalistik "erkinlik" va burjuacha demokratiya qullarga ega bo`lish va ularning savdosi bilan birgalikda kechar edi. Rossiyada Pyotr I tomonidan o`tkazilgan reformalar natijasida sanoat barpo etilar va krepostnoylik hamda pomeshchiklar xo`jaligi asosida ichki va tashqi savdo-sotiq rivojlanib bordi. Feodallarcha tartiblar parchalangan Germaniyada, Avstriya va Italiyada kuchli edi. Aynan shu davlatlarda fan taraqqiyoti Angliya va Fransiyanikiga nisbatan oqsoqlanishi xarakterli bo`lib, fransuz inqilobi g`alaba qozongandan so`ng esa Fransiyadagi aniq tabiatshunoslik sohasidagi fan yetakchi o`rinlarni egalladi.

Pyotr I intensiv rivojlanayotgan davlat uchun fanning ahamiyatini yaxshi his etgan edi. O`zining chet ellardagi safarlarida u Londonda va Parijda fanni tashkillashtirish ishlari bilan tanishdi. U nemis fanining atoqli namoyondasi Leybnits bilan muloqotda bo`ldi, u bilan Rossiyada oliy ilmiy tashkilotni tashkil etish masalasi bo`yicha maslaxatlashdi. U davrga kelib, bunday tashkilotlarning asosiy ikki turi, ya`ni, Londondagi qirollik jamiyati va Parij Fanlar Akademiyasi mavjud edi. Garchi Londondagi jamiyat qirollik deb atalsada, aslida u xususiy jamoa uyushmasi bo`lib, a`zolari tajribalar qo`yishga, bosma materiallarni nashr etishga, yozishmalarga va hokazolarga bo`ladigan jamoaning harajatlariga a`zolik badallarni to`lab turishardi. Nyuton jamiyatga a`zo etib saylanayotgan paytida ahvoli nochor bo`lganligi uchun u o`zi bergan arizasiga ko`ra a`zolik badallarni to`lashdan ozod etilgan edi.

Parij Akademiyasi tubdan farq qilardi. U qirol mablag`idan ta`minlanar, akademiklarga "pension" tayinlangan bo`lib, ular qirollikning xizmatkorlari deb

hisoblanardilar. Pyotr I namuna sifatida parijcha variantni tanladi. Biroq, u akademiya milliy ilmiy kadrlarni tayyorlash masalasini yechishlarini ham istar edi. Uning farmoniga ko`ra akademiya qoshida gimnaziya va universitet ochilishi ham ko`zda tutilgan edi.

Biroq akademiklar pedagogik majburiyatlarni bajarishga shoshilishmas va akademik o`quv muassasalarning ahvoli ancha ayanchli edi. Oxir oqibat o`qitish akademiya bilan bog`lanmagan maxsus o`rta va oliy o`quv muassasalarda bajarila boshlandi. Shunday qilib, Moskvada Lomonosov tashabbusi bilan hozirda uning nomi bilan yuritiladigan universitet tashkil etildi.

Akademiya ta`sis etilgandan so`ng dastlabki yillarida milliy kadrlarni tayyorlash muammosini hal etish ayanchli ahvolda edi. M.V.Lomonosov bu masalani yaxshi tomonga burishi uchun ancha ter to`kishiga to`g`ri keldi. Akademiyada uzoq vaqt yetakchi o`rinlarini nemislar o`ynar edi va rus hamda "chet zabonli" olimlar orasidagi kurash butun Akademiya tarixini qamrab olgandi.

Fanlar Akademiyasini ta`sis etish haqidagi farmon Pyotr I tomonidan 1724 yilning 28 yanvarida imzolangan edi. Rosa bir yildan so`ng Pyotr I vafot etadi va akademiya uning vorislari davrida ishlay boshlaydi. Bu davr akademiya rivojlanishi uchun ancha noxush edi. Saroydagi o`zgarishlar, vaqtinchalik hukumatning almashinuvlari tepada o`tirganlarning butun e`tiborini olib qo`ygan bo`lib, akademiya ishlari ularni unchalik qiziqtirmas edi.

1725 yilda Peterburgda to`plangan olimlardan kuchli ilmiy jamoa tashkil etildi, ularning ichida ayniqsa D.Bernulli (1700 - 1782) va L.Eyler (1707 - 1783) tanildilar. Daniil Bernulli va Leonard Eylerlar nafaqat yirik matematik, balki, mexanika va fizikada kuchli iz qoldirgan tabiatshunos ham edilar. Eylerning ilmiy qiziqishlarining kengligi xayratlanarlidir: u matematika, mexanika, astronomiya, fizika, texnika, va xatto qishloq xo`jaligi sohalari bilan ham shug`ullangan. Uni mantiq, falsafa, statistika masalalari qiziqtirgan. U yozgan asarlarining ro`yxati 900 ta nomni o`z ichiga olgan.

Daniil Bernulli 1738 yilda bosilib chiqqan mashhur "Gidrodinamika" asarining muallifidir. Darsliklarga u yerdan tanish bo`lgan "Bernulli tenglamasi" kirib kelgan; u yerda gazning kinetik modeli asosida Boyl - Mariott qonuni asoslab berilgandi.

O`z davrida fiziklar Bilfinger va Kraftlar tanilgan. So`nggisi akademiyada fizika xonasiga asos soldi va u yerda o`zi tajribalar o`tkaza boshladi. Unga issiq va sovuq suvlar aralashmasining haroratini aniqlashga doir ilk kalorimetrik formulalaridan biri taalluqlidir.

1728 yildan boshlab Fanlar Akademiyasi "Commentarii" deb nomlangan ilmiy jurnalni bosib chiqara boshladi, u ilmiy doiralarda keng tanilib qoldi. Taniqli chet el olimlari Peterburg Akademiyasining "Kommentariyalari"da bosilib chiqishni o`zlariga sharaf deb bilganlar. Peterburg Akademiyasi dunyoga kelganligining birinchi yillaridanoq ilmiy yo`nalishi aniqlandi: u birinchi darajali ilmiy muassasa bo`lib ishlay boshladi. Biroq noxush siyosiy sharoitlar yosh akademiyaning ishiga salbiy ta`sir eta boshladi. Akademiklar birin-ketin chet elga keta boshladilar, Bernulli va Eyler, German va Kraftlar ham ketishdi. Akademik ishlar bilan olchoq kutubxonachi Shumaxer boshchiligidagi akademik devonxona

o`zboshimcha boshqara boshladi. Bo`lajak birinchi rus akademik Lomonosov akademiyaning ana shu holdagi ahvolini ko`rdi.

Lomonosovning tarjimai holi yetarlicha taniqlidir, biroq unda ham oq dog`lar, noma`lum joylar yo`q emas. Nisbatan yaqinda uning tug`ilgan oyi aniqlangan, bu Arxangelsk guberniyasidagi Xolmogorlarga yaqin joydagi Mishanino qishlog`idir. Tug`ilgan kuni "Mixail kuni", ya`ni, 1711 yilning 20 noyabri (eskicha sana bilan 8 noyabr) deb sanaladi. Lomonosov dehkon pomor Vasiliy Dorofeevning o`g`li bo`lgan. Biz qanday sharoitlarda baliqchining yosh o`g`lida fanga qiziqish uyg`onganini bilmaymiz. Lomonosovning o`zi "o`zining bilimdonligining darvozalari" deb Meletiy Smotritskiyning "Grammatika"sini va Leontiy Magnitskiyning "Arifmetika"sini ko`rsatadi. Bu kitoblardan biri o`ziga xos cherkov-slavyan tili qomusi, ikkinchisi matematik fanlar qomusi bo`lib, rus madaniyati va fani tarixida ko`rinarli o`rinni egallaydilar va XVIII asr boshlarida Rossiya maorif va fan sohalarida egallagan darajasini tasniflaydi.

Bu kitoblar hamda dunyoni ko`rgan odamlar bilan suhbatlar bo`lsa ajabmas, Lomonosovda bilimga chanqoqligini uyg`otadi, va u 1730 yilning qishida Moskvaga o`qigani jo`naydi. 1731 yilda u o`sha vaqtdagi oliy o`quv yurtga, Moskvadagi diniy akademiyaga o`qishga kiradi. Keyinchalik Lomonosovning o`zi besh yil davomidagi o`qishi qanday qiyin ahvolda o`tishini bayon etib bergan. Biroq qobiliyatli o`smirni cherkov sxolastikasi hamda akademiyani bitirganidan so`ng hayotdagi kelajagi qanoatlantirmasdi. Bir vaqtlari u ekspeditsiyaga ro`honiy bo`lib borishni ham o`ylab qolgandi. Bahtli voqea uning taqdirini tubdan o`zgartirib yubordi.

Magnitskiy muallifligidagi "Arifmetika" kitobining beti

Pyotr I davrida tashkil etilgan metall rudalarni topish va qayta ishlash sanoati mutaxassislarga kuchli extiyoj sezar edi. Ularni chet eldan jalb qilish mo`ljallanardi. Biroq, akademiyada va senatda xususiy kadrlarni tayyorlash vaqti kelganligini tushunib yetuvchi kishilar topildi. "Akademiya komandiri" Korfning taqdimotiga ko`ra senat u davrda mavjud bo`lgan o`quv muassasalar ichidan eng qobiliyatlilarni akademiya qoshidagi universitetida o`qishni davom ettirish uchun tanlab olish haqidagi farmon chiqaradi. Farmonni bajarish asnosida o`n ikkita yosh tanlab olindi, ularning ichida diniy akademiyaning talabasi Lomonosov ham bor edi, u Peterburgga eski sana bilan 1736 yil 1 yanvarda yetib keldi. Tog`-kon ishlari mutaxassislarini tayyorlash uchun chet elga uch kishi, ya`ni, Lomonosov, Vinogradov va Reyzerlar yuborildi. Dastlab

ular Marburgda taniqli faylasuf Xristian Volfda fanlarning umumiy kursini o`tishlari shart bo`lgan. Zamonaviy til bilan aytadigan bo`lsak, yoshlar avval Volfda aspiranturani o`tab, so`ng Freyburgdagi Genkelda tog`-kon ishlari bo`yicha maxsus tayyorgarlikdan o`tishlari lozim bo`lgan.

Lomonosov chet elda besh yil bo`ldi. Bu davr uning uchun qizg`in va zo`r g`ayrat bilan mehnat qilgan yillari bo`ldi. U juda ko`p, ayrim hollarda u uchun ayanchli bo`lib tugashi mumkin bo`lgan hayotiy sarguzashtlarni boshidan kechirdi, shu bilan birga u sabot bilan zo`r berib ishladi va 1741 yili Rossiyaga aniq ilmiy e`tiqod va dunyoqarashga ega olim sifatida qaytadi.

Shu vaqtdan boshlab hayotining oxirigacha Lomonosov akademiyani "yaxshi holatga" keltirish uchun ishladi, Rossiyada "fanlar rivojlanishi va ravnaq topishi"da sharoitlarni yaratish uchun mehnat qildi. Uning shahsiy ilmiy ishlari haqiqatdan ham keng ko`lamli edi. U kimyo bo`yicha birinchi rus professori (1745), birinchi rus kimyo laboratoriyasining asoschisi (1748), dunyoda birinchi fizikaviy kimyo kursining muallifidir. Fizika sohasida u gazning kinetik nazariyasiga va issiqlik nazariyasiga, optika, elektr, gravitasiya, atmosfera fizikasiga doir bir qator muhim ishlarni qoldirgan. U astronomiya, geografiya, metallurgiya, tilshunoslik bilan shug`ullangan, she`rlar yozgan, mozaikali rasmlarni yaratgan, rangli shishalarni ishlab chiqaradigan fabrikaga asos solgan. U fan, texnika, adabiyot va san`atning turli sohalarida yorqin iz qoldirgan serqirra olim bo`lgan.

Bunga Lomonosovning serg`ayrat jamoatchi va tashkilotchilik faoliyatini qo`shishimiz mumkin. U akademik devonxonaning faol qatnashchisi, akademik jurnallarning noshiri, universitet tashkilotchisi, akademiyaning bir qancha bo`limlari rahbari. "Rossiya fanining dushmanlari"ga qarshi bu serqirrali qaynoq faoliyati uning kuch-quvvatini olib qo`ydi. U ellik to`rt yoshga ham kirmay turib, 1765 yilning 4 aprelida vafot etdi.

Lomonosovning ilmiy yo`lining bosqichlarini kuzatib ko`raylik. Bu olim Lomonosovning tarixiy ahamiyatini tushunishni oydinlashtiribgina qolmay, XVIII asrning birinchi yarmisidagi fanining g`oyalari va muammolari bilan tanishishga ham yordam beradi.

Lomonosovning ilk bor ilmiy ishlari Germaniyadan Akademiyaga yuborib turgan ilmiy mashg`ulotlari haqidagi hisobotlaridir. 1738 yil 15 oktyabrda Lomonosov akademiyaga bildirishnoma bilan birga Fenelon marsiyasining o`girmasini hamda lotin tilda yozilgan "qattiq jismning suyuqlikga aylanishining avvalgi suyuqlikning harakatga bog`lanishi haqidagi fizikaga doir ish"ni yuboradi. 1739 yilning mart oyida matematika hamda falsafaning talabasi Mixaylo Lomonosov" Fanlar Akademiyasiga "Korpuskulalari bir-biriga bog`langan aralash jismlar farqlari haqida" fizik dissertasiyasini taqdim etadi. Marburgda Lomonosov "Matematik kimyo elementlari" nomlanuvchi katta asarini boshlab qo`ygan, Fanlar Akademiyasi arxivida saqlanayotgan bu qo`lyozma 1741 yil bilan rasmiylashtirilgan. Asar tugallanmay qolgan, Lomonosov o`ylab qo`ygan bu katta ishning umumiy rejasi qo`lyozma oxirida keltirilgan.

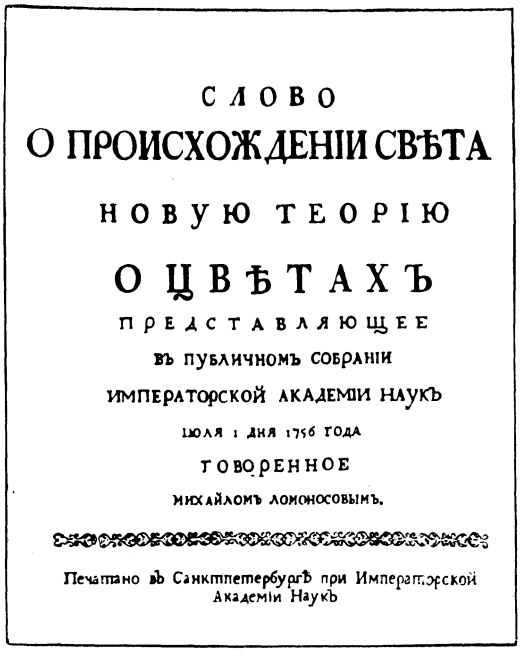
Umuman olganda, Lomonosovning fizika va kimyoga doir tugallangan va nashr ettirilgan ishlari unchalik ko`p emas, ishlarining ko`pgina qismi kichkina

maqolalar, parchalar, tugallanmagan asar va xomaki loyihalar sifatida qolib ketgan. Lomonosov asarlarining To`liq to`plamidagi fizika, kimyo, astronomiya va asbobsozlikga doir ishlarni o`z ichiga olgan birinchi to`rtta tomida 85 ish nashr ettirilgan, shulardan Lomonosov hayotligida tugallangan va nashr etilganlari 27, shu jumladan, "Volfian fizikasi" kitobining o`girmasi va "1744 yilning boshida paydo bo`lgan kometaning bayoni" nomli o`girma broshyura. Shunday qilib, Lomonosov hayotligida ishlarining uchdan bir qismigina tugallangan va nashr etilgan edi.

Ayni shu paytda, 1741 yildan boshlab har yili Lomonosovning marsiya va she`rlari bosilib turdi, uning "Ritorika" va "Grammatika"lari bir necha marta nashr qilindi, tarixiy va geografik ishlari chiqdi. Tabiiyki, Lomonosov ancha vaqtgacha eng avvalo shoir va yozuvchi sifatida tanildi hamda adabiyot darsliklarida birinchi rus yozuvchilaridan biri sifatida namoyon bo`ldi. Faqat Pushkin Lomonosovning faoliyatiga to`g`ri baho beraoldi, olim va ma`rifatchi sifatida ahamiyatini ko`rsatdi va uni "birinchi rus universiteti" deb atadi.

Lomonosovning ilmiy yo`li boshlanishiga qaytaturib, ta`kidlab o`tish joizki, uning talabalik yillaridagi ishlari, va ayniqsa "Matematik kimyo elementlari" kelgusidagi ilmiy nuqtai nazarining yo`nalishini belgilab berdi. Lomonosov o`z ilmiy yo`lini kimyo fan sifatida paydo bo`lib, uning asosiy tushuncha va usullari shakllanayotgan bir paytda boshlayotgan edi. XVII asrdagi kimyo xali alkimyo tushunchalaridan halos etilmagan va amaliy extiyojlari maqsadlari uchun moddalarni tayyorlovchi o`ziga xos san`at edi. Alkimyogarlar oddiy moddalarni qimmatbaho asl metallarga aylantirish vositalarni, ajoyib moddani, ya`ni, "falsafiy tosh"ni yaratish usulini axtarishardi. Aristotelning to`rt element nazariyasi bu maqsadga erishish mumkinligiga ishonch bag`ishlardi. Birlamchi "sifat"larni birlashtirib va "element"larning birikmalarini tanlagan holda ixtiyoriy xususiyatlarga ega moddani olish mumkindek tuyulardi.

Alkimyogarlarning katta, ezgu, biroq yetishib bo`lmaydigan maqsadlardagi muvaffaqiyatsizliklari osonroq, amaliylariga almashinishiga, ya`ni, dori-darmonli vositalarni, texnologik maqsadlar uchun foydali bo`lgan resept - andozalarni tayyorlashga olib keldi. Bu axtaruvlarda ulkan empirik material to`plangan bo`lib, ularni qayta ishlash uchun Aristotelning elementlari yetarli emas edi. Kimyogarlar kimyo amaliyotidan kelib chiqqan holda yangi elementlarni kiritar edilar. Aristotelcha elementlarga ular metallning boshlang`ich yaltirashini bag`ishlovchi simobni, yonishning boshlanishi bo`lmish oltingugurtni, erishning boshi bo`lmish tuzni qo`shardilar. Bu "falsafiy" elementlar konkret element, masalan, simob yoki


СЛОВО
О ПРОИСХОЖДЕНІИ СВѢТА
НОВУЮ ТЕОРІЮ
О ЦВѢТАХЪ
ПРЕДСТАВЛЯЮЩЕЕ
ВЪ ПУБЛИЧНОМЪ СОБРАНІИ
ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ
ІЮЛЯ 1 ДНЯ 1756 ГОДА
ГОВОРЕННОЕ
МИХАЙЛОМЪ ЛОМОНОСОВЫМЪ.
Печатано въ Санктпетербургѣ при Императорской Академіи Наукъ

M.V.Lomonosovning "Nur paydo bo`lishi haqida so`z" titul varag`i

oltingugurt bilan tenglashtirilmagan, balki ularga ko`rsatilgan "asoslarni" tashuvchilaridir deb qaralgan.

Metallurgiya amaliyoti ayniqsa metall va ularning oksidlariga qiziqishni rag`batlantirardi. Rudalardan metallarni tiklash jarayoni nazariy sharhlashga muhtoj edi. 1703 yilda prussiyalik qirolning shifokori Georg Ernest Shtal (1660 - 1734) o`zgacha yonuvchi modda - flogiston g`oyasini taklif qildi. Shtal flogistonni vaznsiz deb fikrlar, xatto vazni manfiy bo`lishi ham mumkin deb hisoblardi. Shtal bo`yicha, metall maxsus yersimon modda bilan flogistonning aralashmasidan iborat, bunda flogiston oksidlanish jarayonida ajralib chiqadi, tiklash jarayonida esa, yutiladi. D.I.Mendeleev o`zining "Kimyo asoslari" da "Stal g`oyasi yaxshigina sodda bo`lib, u XVIII asr o`rtalarida ko`pgina muhlislarini topgan edi" deb o`zgan. Buni Lomonosov ham o`zining "Metall yarqirashi haqida" (1745) va "Oltingugurtning paydo bo`lishi va tabiati haqida" (1749) asarlarida qabul qilgan. Flogistik nuqtai nazar uning ayrim fizikaviy va kimyoviy maqolachalarida, "Haqiqiy fizikoviy kimyo kursi"da (1752 - 1754), "Metallar paydo bo`lishi haqida so`z" (1757), "Nur paydo bo`lishi haqida so`z" va boshqa asarlarida uchraydi.

Lomonosov asarlarida, xususan, "Nur paydo bo`lish haqida so`z"ida uch element, ya`ni, simob, tuz va oltingugurt konsepsiyasi mavjuddir. Bu ajablanarli emas. Lomonosov u vaqtlarda keng tarqalgan Burgave, Shtal va Shtabellarning darsliklaridan tayyorlangan. Uning kimyo va tog` ishlari bo`yicha ustozi Genkel empirik bilimlar bilan cheklanib qolgandi, natijada u Lomonosovga chuqur kimyoviy nuqtai nazarlarni o`tkaza olmas edi. Lomonosov davrida faqat ikki gaz, ya`ni, havo va karbonat angidrid gazi ma`lum edi. Vodorod, kislorod va azot uning vafotidan keyin kashf qilingandi. Bu sharoitlarda yonishning to`g`ri nazariyasini yaratish umuman mumkin emas edi. Ajablanarli hol: yosh Lomonosov unga zamondosh bo`lgan fanning kamchiliklarini ko`rdi va kimyoning to`g`ri nazariy asoslarini belgilay oldi.

1743 yilda yozilgan va 1750 yilda chop etilgan "Umuman kimyoviy eritgichlar ta`siri haqida" asarida Lomonosov ko`pgina kishilarning uzoq davom etgan mehnatlariga qaramay, kimyo "hanuzgacha chuqur zulmatda yashiringan va o`zining salobati bilan bostirilgan" deb qayd etadi.

"Bizdan - davom etadi Lomonosov - tabiat o`zining kimyoviy ta`sirlari bilan sodir ettiradigan ajoyib hodisalarning haqiqiy sabablari yashiringan, shuning uchun ham insoniyat bahtini oshirguvchi ko`pgina kashfiyotlarga yo`l ochib beradigan to`g`ri yo`llar hanuzgacha noma`lumdir". Keltirilgan bu parchadan "ko`pgina kashfiyotlarga yo`l ochib beradigan" nazariya muhim amaliy ahamiyatga ham ega ekanligi ko`rinib turibdi, chunki ilmiy kashfiyotlar "insoniyat bahtini oshirguvchi"dir.

Lomonosov fikricha, fanda nazariya bilan amaliyot uzluksiz bog`liqdir. O`zining birinchi ishlaridan bo`lmish "Matematik kimyoning elementlari"da Lomonosov "Haqiqiy kimyogar ham nazariyotchi, ham amaliyotchi bo`lishi darkor" deb tasdiqlaydi. Ushbu ishida Lomonosov kimyoni ilgarilari hisoblanganidek, san`at emas, balki uni fan deb nomlaydi. "Haqiqiy kimyogar - deydi Lomonosov - ... shuningdek, faylasuf ham bo`lishi shart".

Lomonosov fikriga ko`ra, kimyoviy hodisalar negizida zarralarning, ya`ni, "korpuskula"larning harakati yotadi. Shuning uchun, "kimki kimyoviy haqiqatlarni chuqurroq bilishni istar ekan", u "mexanikani o`rganishi" shart. "Mexanikani o`rganish uchun esa sof matematikadan habardor bo`lishni talab etiladi, modomiki shunday ekan, kimyoni yaqindan o`rganmoqchi bo`lgan inson o`zi matematika bilimdoni bo`lishi kerak". Shunday qilib, kimyo fani endigina shakllanayotgan paytdayoq o`zi endi ilmiy yo`lini boshlagan Lomonosov kimyoviy nazariya mexanika va matematika qonuniyatlarida barpo etilishi lozimligini tushunib yetdi. Zamonaviy nazariy kimyo matematikadan chuqur bilimlarni talab etadigan kvant mexanikasiga tayanadi, bu Lomonosov ta`limoti naqadar haq ekanligini ko`rsatadi.

1751 yil 6 sentyabrda Fanlar Akademiyasi jamoa yig`ilishida Lomonosov o`qigan o`zining mashhur "Kimyo fanining foydasi haqida so`z" asarida kimyo fani asoslari haqidagi g`oyalarini takrorlaydi. Bu "So`z"ni Lomonosov akademik bo`lib, Rossiyadagi birinchi kimyoviy laboratoriya asoschisi, dunyoda birinchi fizikaviy kimyo kursining ma`ruzachisi sifatida o`qidi. Bu yerda Lomonosov kimyo fanining muvaffaqiyatli rivojlanishi uchun "Bitta insonda ham san`atkor kimyogar, ham chuqur bilimga ega matematik mujassam bo`lishi kerak" deb yana bir bor takrorlaydi. "Haqiqatni tan olish kerak, kimyo fizikaning qo`li bo`lsa, matematika uning ko`zi deb atashimiz mumkin".

Lomonosov o`zining "So`z"ida ijtimoiy taraqqiyotida kimyo, fizika va metallurgiyaning muhim ahamiyatini ochib beradi. U kimyoning ulkan amaliy ahamiyatini ko`rsatadi. "Inson ishlariga kimyo o`z qo`llarini keng quloch yoygan!" deb xitob qiladi Lomonosov. Shu bilan birga u tor doiradagi mutaxassislarga xos fikrlardan uzoq va tinglovchilarni "butun insoniyat hayotidagi baht-saodat" faqatgina kimyodan emasligini bildiradi. "Bizning farovonligimizda har bir fan teng ishtirok etadi" deb ko`rsatadi Lomonosov.

Lomonosov vazifa va maqsadlarini yaxshi tushungan ilmiy kimyo asoschilaridan biridir. U birinchilar qatori fizikaviy kimyo kimyoviy hodisalarni fizika qonuniyatlari asosida tushuntirib beruvchi va bu hodisalarni tadqiq qilishda fizikaviy tajribalardan foydalanuvchi fan ekanligi haqida gapiradi. Bu bilan u o`zining davridan yuz yildan ziyod ildamlab ketgandi. Kimyoning amaliy qismini, ya`ni, "iqtisodiy fanlarga, farmasiyaga, metallurgiyaga, shisha sanoatiga va hokazo larga" taalluqli qismini Lomonosov "texnik kimyoning maxsus kursi" deb hisoblaydi, bu bilan u yana o`z vaqtidan ilgarilab ketadi.

Lomonosovning kimyoviy ishlarida uning nuqtai nazarining negizini tashkil qilgan atmistika muhim rol o`ynaydi. Lomonosov issiqlikning mexanik nazariyasi va gazlarning kinetik nazariyasining asoschilaridan biridir. O`zining bu mavzuga doir ishlarida issiqlik va gazlarning elastikligini "sezib bo`lmaydigan darajadagi kichik zarrachalar" harakatlariga olib borib taqaydi.

Kimyogar-amaliyotchi sifatida Lomonosov flogiston g`oyasidan voz kechaolmayotgandi, biroq, kimyogar-nazariyotchi sifatida esa u qat`iy tarzda issiqlik tug`ilishi konsepsiyasiga qarshi bo`lib, uni Aristotelning "elementar alanga"ning takrorlanishi deb hisoblardi. Ta`kidlab o`tish joizki, kislorodli yonish nazariyasining muallifi Lavuazå ham issiqlik tug`ilishi (teplorod, calorique)ni kimyoviy elementlaridan biri deb hisoblardi. 1750 yilda lotin tilda "Yangi

Kommentariy"larda Lomonosovning mumtoz "Issiqlik va sovuqlarning sabablari haqida fikrlar" asari bosilib chiqqandan keyin ham issiqlik tug`ilishi (teplorod) konsepsiyasi yuz yildan ziyod hukm surgan edi.

Lomonosovning ilmiy tizimida saqlanishning "umumiy, yalpi qonuni" muhim o`rin egallagan. Ilk bor bu qonunni u 1748 yil 5 iyulda Leonard Eylerga yozgan xatida ta`riflab bergan edi. Bu yerda u yozadi: "Biroq tabiatda uchraydigan barcha o`zgarishlar shunday sodir etiladiki, agarda biror narsaga boshqa narsa qo`shilsa, shuncha narsa boshqa narsadan olinadi. Masalan, biror jismga qancha materiya qo`shilsa, boshqa jismdan shuncha yo`qoladi, uyquga qancha soat sarflasam, shuncha soat bedorlikdan olaman va hokazo Bu tabiatning umumiy qonuni bo`lgani uchun u harakat qoidalariga ham tarqaladi: jism o`zining turtkisi bilan ikkinchi jismni harakatga undasa, o`zining harakatidan shunchasini yo`qotadi".

“Qonunning” nashri 12 yildan so`ng, 1760 yilda "Jismlarning qattiqligi va suyuqligi haqida fikrlar" dissertasiyasida e`lon qilindi. Bu yerdagi rus tilidagi o`girmasida oxiri quyidagicha o`qiladi: "Bu umumiy tabiiy qonun harakat qoidalariga ham yoyilgan; chunki o`zining kuchi bilan biror jismni harakatga keltirgan boshqa bir ikkinchisiga uzatgan miqdorda o`zidan yo`qotadi". Bu fizika tarixida ilk bor "kuch saqlanish" qonunining aniq ta`riflanishi bo`lsa ajabmas. Rankin tomonidan "energiya" termini kiritilgunga qadar energiya saqlanish qonuni kuch saqlanish qonuni deb atalib kelingan. Lomonosovda u umumiy saqlanish qonunining xususiy holidir.

Lomonosov bergan ta`rifining kamchiligi kuchning aniq miqdoriy o`lchami berilmaganligidadir. Lomonosov davrida mexanik harakatning ikki o`lchamlari, ya`ni, mv va mv^2 haqida bahslar ketardi, kalorimetriyadagi tushunchalari endi shakklanayotgandi, elektr va magnetizm sohalarida miqdoriy xarakteristikalar umuman yo`q, shuning uchun Lomonosovda kuch saqlanish qonunining miqdoriy ta`rifi yo`qligi tabiiy hol edi.

Lomonosov kimyoviy reaksiyalarning miqdoriy xarakteristikasini topish maqsadida tarozu ishlatib, muhim qadam qo`ydi. 1756 yildagi o`zining ishlari hisobotida u yozadi: "Turli kimyoviy tajribalar haqidagi 13 betli qaydnomada bayon etildiki, mustahkam kavsharlangan shishali idishlarda metallarning sof issiqlikdan salmog`i o`zgarishini tadqiq qilish maqsadda tajribalar o`tkazildi. Bu tajribalar orqali ayon bo`ldiki, hurmatli Robert Boylning fikri yolgon ekan, chunki tashqaridan havo kiritilmasdan yondirilgan metallning salmog`i o`zgarishsiz qoldi".

Hisobotning quruqqina bu gaplari ajoyibdir: kimyoviy reaksiyada vaznning saqlanishining tajribada ilk bor tekshirilishi, tajriba orqali yirik obro`li kishining xato fikrining inkor etilishi va Lavuaz`yening yonish nazariyasiga ilk bor yirik qadami. Bu yerda Lomonosov o`zining issiqlik nazariyasidagi kabi umumiy saqlanish qonunining real tadbiqini ko`rsataoldi. Energiya va massa saqlanish qonunining tarixida Lomonosovga to`liq asos bilan birinchi o`rin tegishlidir.

Lomonosov fanning ko`pgina sohalarida birinchi edi. U Veneraning atmosferasini kashf qildi hamda quyoshdagi olovli po`rtana va uyurmalarning yorqin tasvirini chizib beraoldi. U atmosferadagi vertikal oqimlar haqida to`g`ri

fikr bildirdi, shimoliy yog`dularning elektr tabiatini izohlagan va ularning balandligini to`g`ri baholayolgan. U elektr hodisalarning efirli nazariyasini yaratmoqchi bo`ldi va elektr hamda yorug`lik orasidagi bog`lanish haqida fikrlab tajribada tasdig`ini topmoqchi edi. Yorug`likning korpuskulyar nazariyasi hukm surgan paytda u ochiqchasiga "Gugeniya"ning (Gyuygensning) to`lqinli nazariyasini ma`kulladi va ranglarning original nazariyasini qayta ishlab chiqdi.

Bu nuqtai nazari o`z davridan ancha ildamlab ketgan yorqin va mustaqil fikrga ega aql edi. U o`zining keng ko`lamli ilmiy niyatlarini to`liq bajaraolmadi, biroq, bajarganlarining o`zi ham fan daxmasida sharafli o`rin egallashga yetarli bo`ldi.

XVIII asr mexanikasi

Yuqorida aytilganidek, Nyutonning "Asoslari" qiyin geometrik tilda bayon etilgandi. Mexanik ta`riflarning isbotlari qo`pol va murakkab edi. XVIII asrda mexanikaga differensial va integral hisoblar kirib keladi, lekin bu usullarni yaratuvchilaridan biri o`zining asosiy asarida qo`llashga botinaolmadi. Mexanika analitik mexanikaga aylanishida XVIII asrdagi atoqli matematik va mexaniklar guruhi muhim ahamiyatga ega bo`ldi, bu yerda ayniqsa, peterburglik akademik Leonard Eyler va Parij akademigi Jozef Lui Lagranj (1736 - 1813) diqqatga sazovordirlar. qayd etib o`tish lozimki, ularning ikkalasi ham turli vaqtlarda Berlin fanlar Akademiyasida ishlaganlar, u yerga Lagranj 1759 yilda Eyler tavsiyasi bilan saylangan edi. Eyler Rossiyaga ketgandan so`ng Lagranj Berlinga ko`chib o`tadi va Eylerning o`rnini egallaydi. Lagranj Fransiyaga Eyler vafotidan besh yil o`tgandan so`ng, Buyuk fransuz inqilobi arafasida qaytadi.

Eylerning ikki tomidan iborat "Mexanikasi" Peterburgda 1736 yilda bosilib chiqadi. "Mexanika"ning uchinchi tomi deb yuritiladigan mexanikaga doir uning ikkinchi asosiy asari 1765 yilda Rostok va Greyfsfaldda "Qattiq jismlarning harakat nazariyasi" nomi ostida bosilib chiqdi.

Biz bilamizki, Nyuton o`zining asarini "Tabiiy falsafa asoslari" deb nomlagan, u davrda sodda mashinalar muvozanati haqidagi ta`limot mexanika deb atalardi. Eyler esa mexanikani ilk bor harakat haqidagi fan deb atadi va 1736 yildagi asari nomining to`liq tarjimasi "Mexanika, yoxud analitik bayon etilgan harakat haqidagi Fan" deb nomlanadi. Bu ishining so`zboshisida Eyler odatda mexanika deb kuchlar muvozanati tushunilishini ko`rsatadi va fanning bu qismiga "statika" nomi berilishini, "harakat haqidagi fanga esa, mexanika nomini berishni" taklif qiladi.

I.Bernulli bunday so`z ishlatishga e`tiroz bildirib, harakat haqidagi fanga Leybnits tomonidan kiritilgan "dinamika" terminini qoldirishni taklif qiladi. Eyler so`zboshisida o`zining o`tmishdoshlarining, ya`ni, vafotidan so`ng 1725 yilda bosilib chiqqan fransuz matematik va mexanik Varinîn (1654 - 1722) ning "Yangi mexanika yoxud statika" asarini; Xristian Volô (1679 - 1754) ning "Barcha matematik fanlarning asoslari" asaridagi "Mexanika elementlari" qismida mexanika hamda statika qo`shib ko`rilgan; va nihoyat, shveytsariyalik matematik va peterburglik akademik Germanning (1678 - 1733) 1716 yilda bosilib chiqqan "Foronomiya, yoxud qattiq hamda suyuq jismlarning kuch va harakatlari haqida"

asarlarini dalil qilib ko`rsatadi. U, shuningdek, Nyutonning "Asoslari"ni ham tilga oladi, ular tufayli "haraqat haqidagi fan eng yuqori taraqqiyotga erishdi".

L. Eyler

Eyler, faqat "Foronomiya"da haraqat haqidagi fan "umuman alohida" o`rganib chiqilgan yagona asardir deb qayd etadi. Biroq, u German va Nyuton asarlari tahlilsiz, "qadimgilarning odati bo`yicha sun`iy geometrik isbotlar yordamida", shu tufayli "faqat bu narsalarni tushunish uchungina yetarlidir, xolos" deb ko`rsatadi. Eyler "Foronomiya" va "Asoslari"ni o`rganib chiqqandan so`ng "ko`pgina masalalar yechimlarini yetarlicha tushungandek bo`ldim, lekin ulardan biroz chetlashgan masalalarni ... yecha olmadim" deb tan oladi. Shunda u "bu sun`iy usulni tahlil qilib chiqishga va o`zim uchun analitik tarzda qayta ishlab ko`rishga" urinib ko`radi. Shu tufayligina Eyler "masalaning mohiyatini ancha durustroq tushunib yetdim" deb qayd qiladi.

"Shundan so`ng xuddi shu zayilda bu fanga doir ko`pgina turli joylarda sochilib yotgan boshqa ishlarni ham o`rganib chiqdim va shahsan o`zimga o`zim rejali hamda bir xil usulda bayon etdim va qulay tartibga soldim. Bu mashg`ulotlarda men hanuzgacha umuman ko`rilmagan bir qator masalalarga to`qnash keldim, ularni muvaffaqiyatli hal qildim, shuningdek, ko`pgina yangi usullarni ham topdim, menimcha, ular tufayli nafaqat mexanika, balki tahlilning o`zi ham anchagina boyidi. Ana shunday tarzda boshqalarning ishlaridan harakat haqida, shuningdek, o`zimning fikrlashim natijasida olganlarimni analitik bayon etilgan va qulay tartibga solingan harakat haqidagi bu asar paydo bo`ldi".

Ana shunday ro`yirost va sodda qilib Eylerning o`zi "Mexanika" asarining yaratish tarixini gapirib o`tdi, shu bilan birga ko`pol geometrik usullardan nafis, analitik usullarga o`tish yo`llarini ko`rsatib berdi. Eyler "Mexanika"sining konkret mazmuniga qaytar ekanmiz, ta`kidlab o`tish joizki, u Yevropa qit`asida Nyuton g`oyalari tarqala boshlagan hamda kartezianliklar bilan Nyutonianliklar orasidagi kurash ayni avjga chiqqan paytda paydo bo`ldi. Eyler "Mexanika"sining chiqishidan besh avval Volòer Nyutonianlik va kartezianlik chegaralarini aniq qilib belgilab beraoldi, ya`ni, London Nyutonianlikning markazi bo`lsa, Parij kartezianlikning markazi hisoblanardi. Bu haqiqatni nazarda tutgan holda Volòer 1731 yilda "Falsafiy xatlar"da quyidagicha yozadi: "Fransuz Londonga kelgach nafaqat falsafada, balki barcha boshqa narsalarda ham juda katta farqini ko`radi. U tark etgan Parijda olam materiya bilan to`lgan deb fikrlashsa, bu yerda unga u bo`m-bo`sh deb aytishadi; Parijda butun koinot nozik materiya uyurmalaridan iboratligini ko`rsangiz, Londonda bunday narsalarni umuman ko`rmaysiz; Fransiyada Oyning bosimi dengizning ko`tarilish-pasayishlarini sodir ettiradigan bo`lsa, Angliyada dengizning o`zi Oyga tortiladi deyishadi, bunda parijliklar Oy tufayli ko`tarilishni kuzatishsa, londonlik jentlìenlar bu pasayish bo`lishi kerak deb o`ylaydilar... Sizda kartezianliklar barcha narsa bosim tufayli sodir etiladi deb aytishadi, biz ularni ham tushunmaymiz; bu yerda Nyutonianliklar barcha narsa

tortishish tufayli sodir etiladi deyishadi, biz ularni ham unchalik yaxshi tushunmaymiz. Parijda siz Yer qutblari tomon tuhum singari biroz cho`zilgan deb faraz qilasiz, Londonda esa qovun singari ezilgan deb faraz qilishadi".

Kartezianliklarning nuqtai nazarlari fransuz astronomlar Pikar (1620 - 1682) va J.Kassini (1677 - 1756) lar tomonidan o`tkazgan o`lchashlari tasdiqlagandek bo`ldi. Yer shakli, Dekart va Nyuton olam tizimlari haqidagi munozaralar qizigandan qizib ketdi. Faqat 1733 yilning o`zida Yer shakliga bag`ishlangan oltitasi bosilib chiqdi. 1735 yilda Parij fanlar akademiyasi ekvatorial sohada meridian yoyini o`lchash maqsadida Peruga ekspeditsiya uyushtiradi. 1736 yilning yozida akademiya akademik Pyer Mopertyui (1698 - 1759) boshchiligidagi ekspeditsiyani Laplandiyaga yuboradi. Bu ekspeditsiya tarkibiga yosh matematik Aleksis Klod Klero (1713 - 1765) ham kirgandi.

Ekspeditsiya 15 oydan so`ng, 1737 yilning sentyabrida Nyuton nazariyasining g`alabasini ta`minlagan holda qaytib keldi. Aylanayotgan suyuqlikning muvozanat shaklini aniqlashdek qiyin masalasi qo`yilgan va 1743 yilda bosilib chiqqan Kleroning "Er shakli nazariyasi" mumtoz asari Nyuton nazariyasining rivojlanishi edi. Klero taxmin qilishicha, sayyoraning birlamchi massasi suyuq bo`lgan, uning zarralari Nyutonning tortishish qonuniga binoan o`zaro ta`sirlashganlar va butun massa qo`zg`almas o`q atrofida asta aylanib turgan. Olingan natijalar oliy geodeziya uchun fundamental ahamiyatga ega bo`ldi, Klero nazariyasining o`zi esa Klero zamondoshlaridan tortib rus matematik va muxandis A.M.Lyapunovdek buyuk matematiklar ishlarida o`z rivojini topdi.

Nyuton nazariyasi rivojiga muhim xissa qo`shgan asarlardan Peterburg fanlar Akademiyasi tomonidan ta`sis etilgan mukofotiga taqdim qilingan Kleroning yana ikkita asari bo`ldi. Ulardan birinchisi 1751 yilda Peterburg fanlar Akademiyasi tomonidan mukofotlangan Kleroning ishi "Faqat masofalar kvadratiga teskari proporsional tortishish Asoslaridan aniqlangan Oy harakati nazariyasi" deb nomlangandi. Kleroning bu asari 1752 yilda Peterburgda bosilib chiqqandi.

1762 yilda Peterburg fanlar Akademiyasining mukofotini olgan Kleroning ikkinchi ishi ancha ajoyibdir. Bu ish Galley kometasining harakati tahliliga bag`ishlangan edi. Galley uning qaytishini 1758 yilga bashorat qilgan edi, biroq shu yili kometa qaytmadi. Klero kometaning qaytish yangi vaqtini qayta hisoblab chiqdi, bunda u Yupiter va Saturn massalarining g`alayonlantiruvchi kuchlarini inobatga oldi va kometaning 1759 yilning bahorida qaytishini bashorat etdi, uning hatosi atigi 19 kunni tashkil etdi. "Kleroning bashorati amalga oshishi jamiyatga faylasuf Beylning barcha nayrangli isbotlaridan ko`ra ancha kuchli ta`sir etdi" deb yozadi fransuz akademik Arago. Fransuz ma`rifatchilarining otasi degan nomga sazovor bo`lgan, "Tarixiy va tanqidiy lo`gat"ning muallifi Pyer Beyl (1647 - 1706) esa, so`zsizki, XVIII asr ma`rifatchilarining zakovatiga ulkan ta`sir ko`rsatgandi.

Nyuton nazariyasi uchun kurash fan va hayotning turli jabhalarida qizg`in tus ola boshladi. Nazariya ekspeditsiyalarda, astronomik kuzatuvlarida, matematiklarining hisoblashlarida tekshirilar, falsafiy va ilmiy munozaralarda muhokamama qilinar, darslik va monografiyalarda bayon etilardi. Eylerning "Mexanika"si aynan ana shunday birinchi Nyutonian tizimli kurslardan biri edi.

Uning betlari xali Nyutonianlik va kartezianliklarining munozaralarini aks ettirardi. Umuman bo`sh Nyuton fazosi yoki Dekartning material kengligi haqidami, "o`z-o`zidan" mavjud kuchlar yoki real jismlar o`zaro ta`sirlashuvi haqidami, bular bari haqida kartezianliklar va Nyutonianliklar o`z nuqtai nazarlariga ega edilar. Eyler u yoki bu tomonga qo`shilishi darkor edi. Matematik hisoblashlar uchun Nyutonianliklarning nuqtai nazari qulayroq edi va Eyler shu nuqtai nazarni qabul qildi. Shunday qilib, harakatni "jismning birinchi egallab turgan joyidan ikkinchi joyga ko`chishi" deb tanlab olgan Eyler joyning tushunchasini quyidagicha ta`riflaydi: "Joy (o`rin) butun olam joylashgan o`lchamsiz yoki cheksiz fazoning bir qismi yoki bir bo`lagidir. Shu ma`noda qabul qilingan joy odatda absolyut (mutloq) o`rindir...".

Bu ta`rif butun olamni "sig`dirib oluvchi" Nyutonian absolyut fazo ruhidadir. Biroq, Eyler bunday fazo faqatgina matematik bayon etishdagi qulayligi uchun kiritilishini ta`kidlaydi. U "Bu yerda biz aytayotgan cheksiz va o`lchamsiz fazo faqatgina sof matematik ifoda sifatida ko`rilmog`i lozim... Axir, biz ana shunday ko`rinishdagi cheksiz fazo bor deb ta`kidlayotganimiz yo`q... Biz faqat bittani talab qilayapmiz, u ham bo`lsa, kimda kim mutloq harakat va mutloq tinchlik haqidagi masalani ko`rishni istar ekan, ana shunday fazoni faraz qilishini va undan jismlarning harakati va tinchligi haqida fikr yuritishini istar edik".

Shunday qilib, Eyler Nyutonian mutloq fazoni jismlarning mexanik harakatini bayon etish uchun qulay matematik abstraksiya sifatida olib ko`radi. Uning boshqa ishlaridan, xususan, tanish bo`lgan ilmiy - ommabop "Nemis shaxzodasiga (prinsessa) xatlar" kitobidan ko`rinib turibdiki, uning fizik nuqtai nazarida kartezian konsepsiyasining uzluksiz materialistik muhiti muhim o`rnini egallaganligini payqashimiz mumkin.

Eyler dinamikaning asosiy tushunchalari, ya`ni, kuch va massani aniqlashda ham Nyutonga taqlid qiladi. "Jismni tinch holatidan harakatga keltiruvchi yoki uning harakatini o`zgartiruvchi kuchlanish kuchdir". Bundan xulosa sifatida inersiya qonuni kelib chiqadi: "O`z holiga tashlab qo`yilgan har qanday jism yoki tinch holatida, yoki to`g`ri chiziqli va tekis harakatlanayotgan bo`ladi". Eyler o`quvchini avvaldan "harakat" va "tinch holat" so`zlari ortida har doim mutloq harakat va tinch holatlarni nazarda tutishini ogohlantiradi. Shunday qilib, inersiya qonunining keltirilgan ta`rifida har doim mutloq fazoga taalluqli harakat va tinchlikni nazarda tutish lozimdir.

Eyler bir necha marotaba shunday kuchlarning manbasi masalasiga murojaat etib, bunday kuchlarning manbasi o`tib bo`lmas inert kuchlar harakatidir deb hisoblardi. Eyler dinamikasining asosi sifatida "Kuch *q* nuqta *b* ga qanday ta`sir etsa, kuch *p* nuqta *a* ga shunday kuch bilan ta`sir etadi, ya`ni, $\frac{q}{p}=\frac{b}{a}$".

"Bu taklif o`zining ichiga inersiya kuchini o`lchash asosini qamrab olgan, chunki mexanikadagi materiya yoki jismlarning massalarini hisobga olish ana shu ta`limotga asoslangandir. Harakatga keltiriluvchi jismni tashkil etuvchi nuqtalariga e`tiborni qaratish lozim, chunki jism massasi shu nuqtalar soniga proporsional etib qabul qilinishi lozimdir. Bu nuqtalarni o`zaro teng deb olish kerak, lekin ular teng kichik emas, balki ularga ta`sir etayotgan bir xil kuchlar teng deb olinishi zarur.

Agarda biz olamdagi barcha materiya ana shunga o`xshash teng nuqtalar yoki elementlarga taqsimlangan deb olsak, zarurat tug`ilganda materiyaning miqdorini uni tashkil etgan nuqtalar soni bilan hisoblash mumkin. Keyingi gapimda men inersiya kuchi ana shu nuqtalar soniga yoki materiya miqdoriga proporsional ekanligini ko`rsatib beraman" deb ko`rsatadi Eyler.

Haqiqatdan ham, quyiroqda Eyler: "Har bir jismning inersiya kuchlari uni tashkil etgan materiya miqdoriga proporsionaldir" deb ta`rif beradi. Eyler massaning mashhur Nyutoncha ta`rifini ochib beradi, uning atomistik mavjudligini aniqlab beradi va Nyuton kabi, massa unga proporsional bo`lgan vazni bilan o`lchash mumkinligini tushuntiradi.

Yuqorida keltirilgan kuchlar massalarga proporsionalligi haqidagi asosiy ta`rifdagi "nuqta *b*", "nuqta *a*" ifodalarini ishlatgan Eyler "massa *b* nuqtasi", "massa *a* nuqtasi" tushunchalarini nazarda tutgan. Ta`rifning o`zi esa, agarda kuchlar massalarga proporsional bo`lsa, kuchlarning ta`siri tengdir degan ma`noni anglatadi.

Zamonaviy belgilarda Eylerning ta`rifi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1}{m_2} = a,$$

bu yerda a – jismga kuchning teng ta`siri, ya`ni, tezlanishdir. Bundan:

$$\frac{F_1}{m_1} = a, \ \frac{F_2}{m_2} = a,$$

yoki, umuman:

$$F = ma.$$

O`zining "Mexanika"sida Eyler to`g`ri chiziqli harakat uchun dinamikaning asosiy tenglamasini quyidagi ko`rinishda yozadi:

$$dc = \frac{npdt}{A},$$

bu yerda dc – tezlik differensiali, p – kuch, A – massa, n – proporsionallik koeffitsiyenti.

Ta`kidlab o`tish lozimki, Eyler kuch vektor xarakteriga ega ekanini bilgan va uning yo`nalishi deb "jismni harakatlantirmoqchi bo`lgan yo`nalishdagi" to`g`ri chiziqni tanlagan. "qattiq jismlar harakati nazariyasi"da Eyler jismning harakat tenglamalarini o`qlar harakati bo`yicha uchta to`g`ri chiziqli tashkil etuvchilariga taqsimlagan holda yozgan. Eylerning belgilashiga ko`ra ular quyidagi ko`rinishga egadirlar:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{\lambda p}{A}, \ \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{\lambda q}{A}, \ \frac{d^2z}{dt^2} = \frac{\lambda r}{A},$$

bu yerda p, q, r – koordinata o`qlari bo`yicha ta`sir etuvchi kuch komponentalari, A – nuqta massasi, λ - birliklarni tanlashda belgilanadigan proporsionallik koeffitsiyenti.

Shunday qilib, Eyler Nyutonian mexanikaning asosiy tushunchalarini ularga aniqroq ko`rinish bergan bo`lsada, Nyutoncha aniqlashlar ma`nosi o`zgarmagan holda qayta shakllantirib berdi; shu bilan birga u asosiy o`ringa butun mexanikaning negiziga aylantirilgan ikkinchi qonunni joylashtirdi va unga analitik

shakl bag`ishladi. Shu qonun yordamida Eyler o`zining "Mexanikasi"da erkin va erkin bo`lmagan nuqtalarning turli holdagi harakatlarini ko`rib chiqdi.

"Qattiq jism harakati nazariyasi"da Eyler inersiya markazidan o`tuvchi bosh o`qlar kabi fundamental tushunchalarni kiritgan holda aylanma harakat mexanikasini rivojlantirdi. Aylanishning erkin o`qini Eyler jism u o`q atrofida aylanganda hech qanday kuch ta`siri etmaydigan o`q deb ta`riflaydi.

1758 yildayoq Eyler bosh o`qlarga nisbatan qo`yilgan aylanma harakatdagi qattiq jismning tenglamalarini quyidagi ko`rinishda yozgan edi:

$$A\frac{dp}{dt} = (B - C)qr + L,$$

$$B\frac{dq}{dt} = (C - A)rp + M,$$

$$C\frac{dr}{dt} = (A - B)pq + N,$$

bu yerda p, q, r – jism bilan bog`langan uchta bosh o`qlarga nisbatan aylanishning burchak tezliklari; A, B, C – inersiya bosh momentlari; L, M, N – o`sha bosh o`qlarga nisbatan kuchga qo`yilgan kuch momentlari.

Ko`rib turganimizdek, Eyler mexanikaning rivojlanishiga sezilarli hissa qo`shgan. U yozgan tenglamalari hanuzgacha zamonaviy kurslarda "ish bermoqda".

XVIII asrda Nyuton mexanikasining usullari nafaqat qayta ishlandi. Bu asr Nyuton qonunlariga ekvivalent bo`lgan mexanikaning umumiy tamoyillarini, xatto, bu tamoyillardan ham yanada umumiyroqlarini axtarish belgisi ostida o`tdi. Bu axtarishlar natijasida statikada extimol siljishlar tamoyillari, Dalamber tamoyili hamda dinamikadagi Mopertyui - Eylerning eng kam ta`siri tamoyillari kashf qilindi.

Lagranj o`zining "Analitik mexanika" ishida statika tamoyillari tarixini bayon etar ekan, sodda mexanizmlarda ta`sir etuvchi kuchlar va o`tuvchi yo`llar orasidagi nisbatlarining ilk bor talqinlarini Gvido Ubaläi va Galileylar zamoniga taqaydi. Lagranj "extimol, qadimgilar bu qonunni bilmagan bo`lishlari kerak" deb hisoblaydi. Biroq, Iskandariyalik Geronda "mexanikaning oltin qoidasi"ni "Kuchdan nimani yutsak, shuni tezlikda yo`qotamiz" ko`rinishdagi ta`kidda uchratishimiz mumkin. Ko`pgina tarixchilar bu qoida Aristotelga ham ma`lum bo`lgan deb hisoblaydilar. Empirik tarzda, sodda mexanizmlar bilan ishlagan insonlarga bu qoida, albatta, ancha oldindan ma`lum bo`lgan.

Extimol siljishlar tamoyilini Lagranj virtual tezliklar tamoyili deb ataydi, bu tamoyil Iogann Bernulli (1667 - 1748) tomonidan 1717 yilda shakllantirib berilgan edi. 1725 yilda "Yangi mexanika"da bosilib chiqqan Varinyonga yozgan xatida Lagranj bu tamoyilni quyidagicha ta`riflaydi:

"Agarda har biriga ixtiyoriy kuchlar ta`sir etayotgan ixtiyoriy miqdordagi jism yoki nuqtadan iborat muvozanatlashgan tizim bo`lsa va bu tizimni ixtiyoriy kichik harakatga keltirsak, natijada har bir nuqta uning virtual tezligini ifodalovchi cheksiz kichik yo`lni bosib o`tadi, unda kuchlar yig`indisi nuqta yo`nalishdagi yo`lga ko`paytmasi nolga teng bo`lib qoladi, chunki kuch ta`siri yo`nalishidagi

bosib o`tiladigan yo`l musbat, qarama-qarshi tomonga yo`nalgani esa manfiy bo`ladi".

Lagranj bu tamoyilni kuch tizimlarini modellashtirgan holda va bu tizimning ta`sirini yuk tushirish yoki ko`tarishga ixtisoslashtirilgan polispastlar ko`rinishi yordamida isbotlagan edi. Kuchlar tizimi muvozanati tizimdagi nuqtalarning ixtiyoriy kichik siljishlarida yuk tushmayotgan holdagina erishiladi. Lagranj ko`rsatishicha, virtual tezliklar tamoyili "1740 yilda Mopertyui taklif qilgan boshqa tamoyilning paydo bo`lishiga sabab bo`ldi".

P.Mopertyui tamoyilining tarixi ham Geronga, uning "nur tarqalishi eng qisqa vaqtda sodir etiladi" deb aytgan ta`kidi davriga kelib taqaladi, bu bilan Geron akslanish qonunini asoslab bergan edi.

Ferma bu tamoyilni nur sinishi hodisasiga tadbiq etadi va "Tabiat eng qisqa va eng oson yo`l bilan ta`sir etadi" degan postulatdan foydalangan holda sinish qonunni chiqaradi. O`zining xulosasini u 1662 yilining 1 yanvarida de la Shambrga yozgan xatida bayon etadi.

1740 yilning 20 fevralida P.Mopertyui Parij Akademiyasida "Osudalik qonuni" deb nomlangan maqolasini o`qiydi. Lagranj extimol siljishlar tamoyili tarixini bayon etayotganda aynan shu maqolani nazarda tutgan edi. Mopertyui o`zining maqolasida haqiqatdan ham jismlar tizimi muvozanati tamoyilini axtarishni maqsad qilib qo`ygandi va uni "osuda kuchlar yig`indisi" deb nomlangan qandaydir kattalik uchun ekstremal tamoyil sifatida shakllantirib bergan edi.

To`rt yildan so`ng Mopertyui "tabiatning turli qonunlarining muvofiqlashuvi" maqolasi bilan chiqdi, unda u optika qonunlari "tabiat o`zining ta`sirlarini o`tkazayotganda har doim eng sodda vositalaridan foydalanajak" qabilidagi "metafizik qonun"ning natijasidir hamda Ferma tamoyili eng kichik ta`siri tamoyilidir deb ta`kidlab o`tadi. Mopertyui fikricha, nur "ta`sir miqdori eng kichik" bo`lgan "yo`lni tanlaydi".

Mopertyui bunda "ta`sir miqdori" tushunchasi ostida nimani nazarda tutganini oydinlashtiradi. "Bu ta`sir jism ega bo`lgan tezligiga hamda bosib o`tadigan fazoga bog`liq bo`ladi, biroq u aloxida olingan tezlik ham, fazo ham emas. Jismning tezligi qanchalik katta va u bosib o`tadigan yo`l qanchalik katta bo`lsa, ta`sir miqdori shunchalik katta bo`ladi; u yo`lning har bir bo`lagini bosib o`tadigan tezlikning shu bo`laklarning soni ko`paytmalar yig`indisiga proporsionaldir".

Ferma tamoyilini Mopertyui

$$\sum \frac{ds}{\upsilon} = \min$$

shaklida emas, balki

$$\sum m\upsilon s = \min$$

ko`rinishida ifodalaydi.

Eyler o`zining "Egri chiziqlarni topish usuli" kitobida "qarshilik ko`rsatmaydigan muhitda tashlangan jismlarning harakatlarini maksimum va minimumlar usuli yordamida aniqlash" maqolasini e`lon qiladi. Bu maqolada Eyler "Tabiatdagi barcha hodisalar maksimum yoki minimumning biror-bir qonuniga

binoan sodir etilar ekan, shubhasizki, tashlangan jismlarga qandaydir kuchlar ta`sir etilayotgan bo`lsa, shu jismlar bosib o`tadigan yo`llarining egri chiziqlari ham qandaydir maksimum yoki minimum xususiyatlariga ega bo`lish o`rinlidir" deb aytadi. So`ng Eyler bu xususiyat konkret ekanligini aniqlaydi. Harakatlanayotgan jismning massasini *M*, uning tezligini $\sqrt{\upsilon}$, bosib o`tgan yo`lini s orqali belgilab, u yozadi: "Endi men ta`kidlaymanki, bu oraliqda mavjud barcha chiziqlar ichida jism chizayotgan chiziqning minimumi $\int Mds\sqrt{\upsilon}$ bo`ladi, yoki, *M* o`zgarmas bo`lganligi uchun, $\int ds\sqrt{\upsilon}$ dir". $ds = dt\sqrt{\upsilon}$ bo`lganligi tufayli

$$\int ds\sqrt{\upsilon} = \int \upsilon\, dt$$

bo`ladi, "chunki tashlangan jismning bosib o`tgan yo`lining egri chizig`i jismdagi barcha tirik kuchlari yig`indisi vaqtning har bir aloxida momentida eng kichik bo`ladi". "Shunday qilib, kuchni tezliklar bo`yicha hisoblovchilar ham, tezliklarning kvadrati bo`yicha hisoblavchilar ham, barchasi biror foydali tomonini topaolmaydilar" deb qo`shadi Eyler harakatning ikki xil miqdori haqidagi bahslarga javoban.

Ma`lumki, harakatning ikki xil miqdori haqidagi bahs Eylerning kitobi chiqishidan bir yil avval Jan Leron Dalamber (1717 - 1783) tomonidan yechilgan edi. Dalamberning "Dinamikaga doir risola"si 1743 yilda bosilib chiqdi. Dalamber dinamikani uchta tamoyil, ya`ni, inersiya kuchi tamoyili, harakatlar qo`shilish tamoyili va muvozanat tamoyili asosida yaratadi. "Inersiya kuchi deb men Nyuton bilan birgalikda jismlarning o`z holatini saqlay olish xususiyatini atayman".

Dalamber bo`yicha, tezlashtiruvchi kuch φ tezlik orttirmasiga proporsionaldir:

$$\varphi\, dt = du\,.$$

Biroq $u = \frac{de}{dt}$, bu yerda *e* – bosib o`tilgan yo`l, bundan:

$$d^2e = \varphi\, dt^2\,.$$

Shunday qilib, Dalamberning "Dinamika"sida Eylerning "Mexanika"sidagi harakat tenglamasi shakllanib chiqadi.

Dalamber dinamikasining ikkinchi tamoyili bu superpozitsiya tamoyilidir, ya`ni, tezliklar va kuchlar parallelogrami o`rin olgan. Bu tamoyil asosida Dalamber statika masalalarinining yechimini topadi.

Dalamber diinamika asosiga qo`ygan uchinchi tamoyil hozirda "Dalamber tamoyili" deb ataladi. Uning asl ta`rifi unchalik tushunarsiz va juda qo`pol. Lagranj o`zining "Analitik dinamika"sida Dalamber tamoyilining quyidagicha ta`rifini beradi: "Agar bir necha jismga berilgan harakatlar ular o`zaro ta`siri oqibatida o`zgartirishga majbur bo`lsalar, unda ravshanki, bu harakatlarni jismlar umuman olgan harakatlar va yo`q bo`lib ketadigan harakatlardan tashkil topgan bo`ladi; bundan jismlar faqat so`nggilari ostida harakatlarini davom ettirgan bo`lganlarida edi, ular o`zaro muvozanatlashgan bo`lardi". Mashhur rus mexanik N.E.Jukovskiy tomonidan o`zining "Nazariy mexanika kursi"da Dalamber tamoyiliga berilgan zamonaviy ta`rifini ham keltiramiz: "O`zining "Dinamikaga doir risola"sida Dalamber kuchlar, tezlanishlar hamda bosim, tortishish v.x. ta`sir etuvchi kuchlari

orasidagi bog`lanishni, ya`ni, shu harakatlarni olib ko`rilayotganda kelib chiquvchi bog`lanishni topishga hamda harakatga doir masalasini muvozanatga doir masalalarga keltirishga imkon yaratuvchi umumiy asoslarini o`rnatdi. Bu ta`sir etuvchi kuchlar tizimiga qandaydir mavhum kuchlarni, aniqrog`i, inersiya kuchlarini kiritish bilan amalga oshiriladi. Dalamberning asosi quyidagicha ta`riflanishi mumkin. Agarda vaqtning qandaydir momentida harakatlanayotgan tizimni to`htatib, unga harakatlantirayotgan kuchdan tashqari berilgan momentiga mos bo`lgan barcha inersiya kuchlar qo`shilsa, muvozanat sodir etiladi; bunday muvozanatda tizimning qismlari orasida rivojlanayotgan bosim, tortishish va hokazo barcha kuchlar ko`rilayotgan vaqt momentida harakatlanayotgan tizimning bosim, tortishish va hokazo larining haqiqiy kuchlaridir".

J.Dalamber

Shunday qilib, 1744 yilga kelib, mexanika ikkita muhim tamoyil, ya`ni, Dalamber tamoyili va Mopertyui - Eylerning eng kichik harakat tamoyillari bilan boyidi. Shu tamoyillarga tayangan holda Lagranj analitik mexanikaning tugallangan tizimini yaratdi.

U Nyutonning geometrik usullari bilan uzil-kesil hayrlashdi va uning "Analitik mexanika"sida biror chizma yo`qligi haqida fahr bilan ma`lum qiladi. O`z ishining so`zboshisida Lagranj "Men o`zimga mexanika nazariyasini va u bilan bog`langan masalalar yechish usullarini umumiy formulalarga keltirish, bu formulalarning sodda rivoji har qanday masalani yechish uchun zarur bo`lgan tenglamalarni keltirib chiqarishini maqsad qilib qo`ydim" deb yozadi.

Jozef Lui Lagranj 1736 yil 25 yanvarida Turinda tug`ilgan. U matematik fanlar bilan erta qiziqa boshladi va 18 yoshidayok differensial, integral va variasion hisoblashlarda mustaqil natijalarni qo`lga kiritdi. 19 yoshida u Turindagi artilleriya maktabining professori bo`ldi. Bu yerda u keyinchalik mashhur Turin akademiyasiga rivojlanib ketgan ilmiy jamiyatni tashkil etadi, uning qoshidagi bosma idorasida Lagranj u davrdagi matematiklarning e`tiborini qaratgan o`zining esdaliklarini bosib chiqaradi. Besh yildan so`ng, 1759 yilda, Eyler taqdimotiga ko`ra yigirma uch yoshli Lagranj Berlin fanlar Akademiyasiga a`zo etib saylanadi. 1766 yilda Eyler ketishi munosabati bilan u Berlin fanlar Akademiyasining fizika-matematika prezidenti lavozimini egallaydi va bu lavozimni 1787 yilga qadar egallab o`tiradi. 1788 yilda, Buyuk fransuz inqilobi arafasida Lagranj Parijga ko`chib keladi. Shu yili Parijda uning "Analitik mexanika"si fransuz tilda bosilib chiqadi.

Inqilobdan so`ng Lagranj o`lchovlarning metrik tizimini barpo etish Komissiyasining raisi etib tayinlanadi. Normal va Politexnika maktablarning ta`sis etilgan vaqtidan Lagranj ularda pedagogik faoliyat yurita boshlaydi va Politexnika maktabining matematik fanlar bo`yicha yetakchi ilmiy markazi sifatida obro`sini ko`tarishga ko`maklashadi.

Lagranj 1813 yilning 10 aprelida vafot etadi.

Lagranjning "Analitik mexanika"si ikkita asosiy bo`limlardan, ya`ni, statika va dinamikadan iborat. Ana shu har bir bo`limda kirish qismi bo`lib, ular statika va

dinamikaning umumiy tamoyillari tahlilini o`z ichiga olgan. Lagranj statikani kuchlar muvozanatlari haqidagi fan deb ta`riflaydi va kuchlarga "jismlarni harakatga keltiruvchi yoki keltirishi mumkin bo`lgan" "ixtiyoriy sabab" deb ta`rif beradi. Lagranj statika uchta tamoyilga, ya`ni, richag tamoyili, kuchlar yig`indisi tamoyili va virtual tezliklar tamoyillariga asoslanadi deb ko`rsatadi. Undan so`ng u bu tamoyillarning rivojlanish tarixi bayoniga o`tadi. Arximed richagi tamoyiliga tasnif berib, u qisqagina qilib uni Stevin, Galiley va Gyuygenslar tomonidan rivojlanshini ko`rsatadi. Lagranj Gyuygensning isbotini o`tkir zehnli, biroq yetarli to`liq emas deb hisoblaydi va o`zining isbotini keltiradi. Richagning muvozanati momentlar tamoyiliga keltiriladi, bunda moment tushunchasi ostida "ta`sir etayotgan yelkaga kuchning ko`paytmasi tushuniladi".

Qisqacha tarixiy sharhda Lagranj ilmiy g`oya qanday qilib rivojlanishi va aniqroq bo`lib borishini ko`rsatadi. Uning o`zining isbotlari tarixiy rivojlanish natijasi sifatida paydo bo`ladilar. Shundaylardan biri bu virtual tezliklar, ya`ni, extimol siljishlar tamoyilining mashhur isbotidir, uning tarixi richag tarixiga nisbatan ancha qisqa.

Lagranjning mexanikaga tarixiy yondoshishi ancha qiziqarli va qimmatlidir. Lagranj nafaqat mumtoz mexanikaning analitik usullarini ishlab chidi, u mexanikaning birinchi tarixchisi ham gavdalanadi. Ta`kidlab o`tish joizki, XVIII asr va XIX asrning birinchi yarmisida ilmiy muammolarga tarixiy yondoshish keng tarqalgandi; tarix tug`ilayotgan g`oyalarni chuqurroq xis etishga, ularga aniqlik kiritishga va takomillashtirishga yordam berardi. Mexanikada ana shunday bo`lgandi, elektr va optikada ham shunday bo`ldi.

"Dinamikaning turli tamoyillari haqida"gi bobida Lagranj dinamikaga "tezlashuvchi va sekinlashuvchi harakatlar va kelib chiquvchi o`zgaruvchan harakatlar" haqidagi fan deb ta`rif beradi.

Dinamika asosiga Lagranj eng kichik ta`sir tamoyilini qo`yadi, buni u quyidagicha ta`riflaydi: "o`zaro tortishish kuchlari yoki qo`zg`almas markazlariga qaratilgan va masofalarning qandaydir funksiyalariga proporsional kuchlar ta`siri ostida qolgan jismlarning ixtiyoriy tizimi harakati tufayli turli jismlar, shuningdek, ularning tezliklari chizadigan egri chiziqlar shundayki, aloxida massalarning tezlik integraliga ko`paytmalar yig`indilarining egri chiziqning elementiga ko`paytirilgani maksimum yoki minimum bo`ladi, bunda har bir egri chiziqning birinchi va oxirgi nuqtalari berilgan deb hisoblanadi, natijada shu nuqtalarga mos koordinatalarning o`zgarishlari nolga teng bo`lib qoladi".

Eng kichik ta`sir tamoyilidan foydalangan Lagranj material nuqtalar ixtiyoriy tizimi uchun harakatini ifodalovchi umumiy formulani qo`lga kiritadi:

$$Sm\left(\frac{d^2x}{dt^2}\delta x+\frac{d^2y}{dt^2}\delta y+\frac{d^2z}{dt^2}\delta z\right)+S'm\left(P\delta p+Q\delta q+R\delta r+\cdots\right)=0,$$

bu yerda S – yig`indi belgisi; $m$ – tizimdagi har bir jism (nuqta) massasi; $x$, $y$, $z$ – jism (nuqta) koordinatasi; $P$, $Q$, $R$, ... – mos markazlar yo`nalishida massa birligiga ta`sir etuvchi berilgan tezlashtiruvchi kuchlar; $p$, $q$, $r$, ... – shu markazlardan jism (nuqta)largacha masofalar; $\delta p$, $\delta q$, $\delta r$, ... – shu masofalar o`zgarishlari.

Bu umumiy formuladan Lagranj tizimning harakat qonunlari va tenglamalarini chiqaradi. Og`irlik markazi harakati qonunini u quyidagicha ta`riflaydi: "Bir-biriga butkul ixtiyoriy tarzda joylashgan erkin jismlar og`irlik markazining harakati har doim ular bir nuqtada to`plangan kabi hamda shu vaqtning o`zida ularning har biri avvalgi holatdagi va xuddi shu tezlashtiruvchi kuchlar ta`siri ostida kolgandek harakatlangan bo`lardi". Analitik tarzda bu teoremani Lagranj quyidagi ko`rinishda yozadi:

$$\frac{d^2x'}{dt^2}Sm + SmX = 0,$$
$$\frac{d^2y'}{dt^2}Sm + SmY = 0,$$
$$\frac{d^2z'}{dt^2}Sm + SmZ = 0,$$

bu yerda x', y', z' – og`irlik markazi koordinatalari.

Markaziy kuchlar uchun maydonlar teoremasini Lagranj quyidagi ko`rinishda yozadi:

$$Sm\left(x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt}\right) = C,$$
$$Sm\left(z\frac{dx}{dt} - x\frac{dz}{dt}\right) = B,$$
$$Sm\left(y\frac{dz}{dt} - z\frac{dy}{dt}\right) = A,$$

bu yerda A, B, C – ixtiyoriy doimiylar.

Tirik kuchlar saqlanish tamoyilini Lagranj quyidagi ko`rinishda ifodalaydi:

$$Sm\left[\frac{1}{2}\left(\frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2} + \frac{dz^2}{dt^2}\right) + \Pi\right] + H,$$

bu yerda H tenglamaning chap tomondagi berilgan soniyadagi qiymatiga teng bo`lgan ixtiyoriy doimiyni belgilaydi; Π – funksiya, uning differensiali

$$d\Pi = Pdp + Qdq + Rdr + \cdots$$

bo`ladi, ya`ni, zamonaviy tushuncha bo`yicha harakatlanuvchi kuchlar elementar ishiga teng; biroq, Lagranj "ish", shuningdek, "energiya" terminlarini bilmagan. Yuqorida yozilgan va konservativ kuchlar energiyasining saqlanish qonunini ifodalovchi formulani Lagranj tirik kuchlar saqlanish tamoyili deb ataydi.

So`ng Lagranj tizim harakatlanishining differensial tenglamalarini chiqaradi. Ularni odatiy ko`rinishda yozib olaylik. Agar tizimning bog`lanish tenglamalari $\varphi_1 = 0$, $\varphi_2 = 0$, …, $\varphi_k = 0$ bo`lsa, unda Lagranjning birinchi turdagi tenglamalari

$$m_r\frac{d^2x_r}{dt^2} = X_r + \lambda_1\frac{\partial\varphi_1}{\partial x_r} + \lambda_2\frac{\partial\varphi_2}{\partial x_r} + \ldots + \lambda_k\frac{\partial\varphi_k}{\partial x_r},$$
$$m_r\frac{d^2y_r}{dt^2} = Y_r + \lambda_1\frac{\partial\varphi_1}{\partial y_r} + \lambda_2\frac{\partial\varphi_2}{\partial y_r} + \ldots + \lambda_k\frac{\partial\varphi_k}{\partial y_r},$$
$$m_r\frac{d^2z_r}{dt^2} = Z_r + \lambda_1\frac{\partial\varphi_1}{\partial z_r} + \lambda_2\frac{\partial\varphi_2}{\partial z_r} + \ldots + \lambda_k\frac{\partial\varphi_k}{\partial z_r}$$

ko`rinishda bo`ladi.

Lagranj keyingi muhim qadamni qiladi: u yangi o`zgaruvchilarni kiritadi, "ulardan foydalanish integrallashni imkon qadar yengillashtiradi". Bu "umumlashgan koordinatalar" "erkinlik darajalar" soniga, ya`ni, tizimni to`liq tasniflovchi mustaqil parametrlar soniga mos keladi. Eng kichik ta`sir usulini qo`llab Lagranj quyidagi tenglamalarni qo`lga kiritadi:

$$d\frac{\delta T}{\delta d\xi}-\frac{\delta T}{\delta \xi}+\frac{\delta V}{\delta \xi}=0,$$
$$d\frac{\delta T}{\delta d\psi}-\frac{\delta T}{\delta \psi}+\frac{\delta V}{\delta \psi}=0,$$
$$d\frac{\delta T}{\delta d\varphi}-\frac{\delta T}{\delta \varphi}+\frac{\delta V}{\delta \varphi}=0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots .$$

Tenglamalar soni "har bir soniyada tizim vaziyatini belgilovchi o`zgaruvchilar ξ, ψ, φ, … aniq soniga teng". Hozirda umumlashgan koordinatalarni *qs*, potensial energiyani *U* belgilari bilan belgilagan holda kinetik energiya uchun Lagranj belgilaganidek, *T* qoldirilgan. Unda Lagranj sharafiga *L* deb belgilangan $T - U$ funksiyani kiritsak, unda tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_s}\right)-\frac{\partial L}{\partial q_s}=0.$$

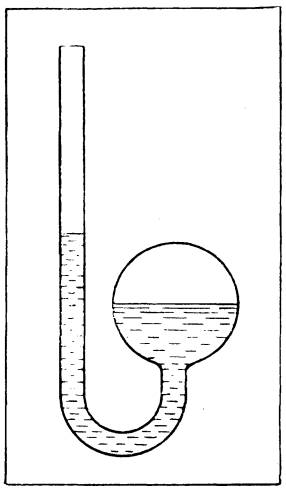
Zamonaviy nazariy fizikada Lagranj tenglamalari mexanika doirasidan uzoqqa chiqib ketgan ulkan ahamiyatga ega. Ular termodinamikada, elektrodinamikada, atom fizikasida qo`llaniladi. Shunday qilib, Lagranj katta doiradagi masalalarni hal etishga imkon beruvchi qudratli usulni yaratdi.

Irlandiyalik matematik, mexanik va astronom U.R.Gamilton Galiley va Nyutondan so`ng mexanika taraqqiyotiga Lagranjning qo`shgan ulkan xissasini yuqori baholab, "Bu yorqin olimlar izdoshlari ichida Lagranjchalik hech qaysi analitik shunga o`xshash deduktiv tadqiqotlarni kengaytirish va ularga chiroy bag`ishlashdek ish qilmagan bo`lsa kerak, bu bilan u jismlar tizimi harakatiga doir turli-tuman xulosalarni yagona asosiy formuladan chiqarish mumkinligini isbotladi. Bunda usulning nafisligi olingan natijalar qadr-qimmatiga shunchalar munosibki, bu buyuk ish o`ziga xos matematik dostonga aylangan" deb yozadi. Bu doston bilan nazariy mexanika asoslarini qayta ishlab chiqishning serhosil davri yakun topdi.

XVIII yuz yillikda molekulyar fizika va issiqlik

Agarda mexanika XVIII asrda yetuk, tabiatshunoslikdagi aniq chegaralarga ega fanga aylangan bo`lsa, issiqlik haqidagi fan endigina ilk qadamlarini tashlayotgan edi. Albatta, issiqlik hodisalarni o`rganishdagi yangicha yondoshish XVII asrdayoq boshlangandi. Galiley termoskopi, uni ketidan florensiyalik akademiklarning, Gerike, Nyutonning termometrlari yangi yuzyillikning birinchi choragida termometriya barpo etishiga zamin yaratdilar. Farengeyt, Delil, Lomonosov, Reomyur va Selñiyning termometrlari bir-biridan kostruktiv xususiyatlari bilan farqlansalarda, hozirda ham qabul qilingan va ishlatilib kelinayotgan ikkita doimiy nuqtalarga ega termometrning tipini aniqlab berdilar.

1703 yildayoq parijlik akademik Amonton (1663 - 1705) gaz termometrini ixtiro qildi, unda harorat doimiy hajmga ega gaz rezervuarga ulangan manometrik naycha orqali aniqlanar edi. Zamonaviy vodorodli termometrlarning ajdodi bo`lmish va nazariy jihatdangina qiziq bo`lgan bu asbob amaliy maqsadlar uchun noqulay edi. Dansiglik (Gdansk) shishasoz Farengeyt (1686 - 1736) doimiy nuqtalarga ega spirtli termometrlarni tayyorlar edi. 1714 yildan boshlab u simobli termometrlarni yasay boshladi. Farengeyt suv yaxlash nuqtasini 32°, qaynash nuqtasini esa 212° deb qabul qilardi. Nol deb Farengeyt suv, yax va novshadil (nashatir) yoki osh tuzi qorishmasining yaxlash nuqtasini qabul qilar edi. Suv qaynash nuqtasini u faqatgina 1724 yilda bosmada e`lon qildi. U avval bu nuqtadan foydalangani noma`lum.



Amonton havo termometri

Fransiyalik zoolog va temirchi Reomyur (1683 - 1757) doimiy nol nuqtaga ega termometrni taklif qildi, bu nuqta sifatida u suv yaxlash haroratini qabul qildi. Termometrik jism sifatida 80 foizli spirt eritmasidan, so`nggida simobdan foydalangan holda u ikkinchi doimiy nuqta sifatida suv qaynash nuqtasini qabul qildi va uni 80 soni bilan belgiladi. O`zi yaratgan termometri haqida Reomyur 1730, 1731 yillardagi Parij fanlar Akademiyasining oynomalaridagi bosilib chiqqan maqolalarida bayon etadi.

Shved astronomi Selsiy (1701 - 1744) Reomyur termometrini tekshiruvdan o`tkazadi, u o`z tajribalari haqida 1742 yilda bayon qiladi. "Bu tajribalarni men ikki yil davomida barcha qish oylarida, turli obi-havoda hamda barometr holatining turli o`zgarishlarida takrorladim va har doim termometrda xuddi shunday nuqtani topardim. Men termometrni nafaqat eriyotgan yaxga joylardim, shunday kuchli sovuqlarda qorni xonamga olib kelib, u eriy boshlagunga qadar olovga qo`yardim. Men, shuningdek, eriyotgan qor bilan termometrni yoqilgan pechkaga joylardim va, agarda qor termometr tuguni atrofida zich bo`lib yotganda termometr har doim bir xil nuqtani ko`rsatgan edi" deb yozadi u. Yaxning erish nuqtaning doimiyligini sinchiklab o`rgangan Selñiy suv qaynash nuqtasini tadqiq qiladi va bu nuqta bosimga bog`liq ekanligini aniqlaydi. Tadqiqotlar natijasida hozirda Selsiy termometri deb tanilgan termometr paydo bo`ladi. Yax erish nuqtasini Selsiy 100, simob ustunining 25 dyuym 3 chizig`i bosimda suvning qaynash nuqtasini 0 deb qabul qildi. Mashhur shved botanigi Karl Linney (1707 - 1788) doimiy nuqtalar joyi o`zgartirgan termometrdan foydalangan. 0 yax erish, 100 suv qaynash haroratlarini bildirgan. Shunday qilib, Selsiyning zamonaviy shkalasi aslida Linney shkalasidir.

Peterburg fanlar Akademiyasida akademik Delil yax erish nuqtasi 150, suv qaynash nuqtasi esa 0 deb qabul qilingan shkalani taklif qiladi. Akademik P.S.Pallas o`zining 1768 - 1774 yillarda Ural va Sibir bo`ylab o`tkazgan ekspeditsiyalarida Delil termometridan foydalangan. M.V.Lomonosov tadqiqotlarida o`zi ixtiro qilgan va Delil shkalasiga teskari bo`lgan termometrdan foydalangan.

Termometrlardan eng avvalo meteorologik va geofizik maqsadlarda foydalanilgan. Atmosferada vertikal oqimlar mavjudligini kashf qilgan Lomonosov atmosfera qatlamlarining zichligi haroratga bog`lanishini o`rgana turib, havoning hajmiy kengayish koeffitsiyentini topish imkonini beruvchi ma`lumotlarini keltiradi, bu ma`lumotlarga ko`ra, bu koeffitsiyent taxminan $^{1}\!/_{367}$ ga teng. Lomonosov peterburglik akademik Braunning simobni yaxlash nuqtasini kashf qilishda prioritetini qizg`in himoya qiladi, u 1759 yilning 14 dekabrida sovituvchi qorishmalar yordamida ilk bor simobni yaxlatgan edi. U davrga kelib eng quyi erishilgan harorat shunday edi.

Miqdoriy bahosiz eng yuqori haroratlar 1772 yilda Parij fanlar Akademiyasida mashhur kimyogar Lavuaz'ye rahbarligi ostidagi komissiya tomonidan olishga muvaffaq bo`lindi. Yuqori haroratlar maxsus tayyorlangan linza yordamida olingan. Linza ikkita botiq-qavariq yarim pallalardan yig`ilgan, ular orasidagi bo`shliq spirt bilan to`ldirilgan. Diametri 120 sm bo`lgan linzaga taxminan 130 litr spirt quyilgan, markazidagi uning qalinligi 16 sm ga yetgan. Quyosh nurlarini fokuslab, ruh va oltin eritildi, olmos kuydirildi. Braun-Lomonosov tajribalarida "yaxlatgich" sifatida qishki havo bo`lganidek, Lavuaz'ye tajribalarida ham yuqori harorat manbai sifatida tabiiy "pechka", ya`ni, Quyosh xizmat qilgan.

Termometriyaning rivojlanishi jismlarning issiqlikga kengayish hodisasining ilk bor ilmiy va amaliy qo`llanishi edi. Shuning uchun issiqlikga kengayish hodisasi nafaqat sifatiy, balki miqdoriy tomonidan o`rganilib borishi tabiiydir. qattiq jismlar issiqlikga kengayishining aniq o`lchovlari 1782 yilda Lavuaz'ye va Laplaslar tomonidan bajarildi. Ularning usuli, Bio kursidan boshlab (1819) O.D.Xvolson fizika kursigacha (1923), uzoq vaqtgacha bayon etib kelindi.

Tadqiq qilinayotgan uzun qesmali jismni avval eriyotgan yaxga, undan so`ng qaynayotgan suvga joylashtirishgan. Shishaning turli navlari, po`lat va temir uchun, shuningdek, oltin, mis, jez, kumush, ruh, qo`rg`oshinning turli sortlari uchun ham ma`lumotlar olindi. Olimlar metallning tayyorlanish usuliga ko`ra natijalar turli chiqishini aniqlashdi. Toblanmagan po`latning uzun kesmasi 100° ga qizdirilganda uzunligining avvalgi qiymatidan 0,001079 ga, toblangan po`lat kesmasi esa 0,001239 ga kattalashishi aniqlandi. Bolg`alangan temir uchun 0,001220, yumaloq tortilgan temir uchun 0,001235 qiymatlari olindi. Bu ma`lumotlardan usulning aniqligi haqida tasavvur qilish mumkin.

Shunday qilib, XVIII asrning birinchi yarmisidayok termometrlar yaratilgan va issiqlikning miqdoriy o`lchovlari boshlab yuborilgandi, ular Laplas va Lavuaz'yening issiqlik fizikasiga doir tajribalarida o`ta yuqori aniqlik darajasigacha erishildi. Biroq, issiqlik fizikasining asosiy miqdoriy tushunchalari birdaniga paydo bo`lmadi. U davrdagi fiziklarning ishlarida "issiqlik miqdori", "issiqlik darajasi", "issiqlik gradusi" tushunchalarida bir talay anglashilmovchiliklar mavjud edi. Harorat va issiqlik miqdori tushunchalarini ajrataolish zarurligi haqida 1755 yilda I.G.Lambert (1728 - 1777) ta`kidlab o`tgandi. Biroq uning ko`rsatmalari zamondoshlari tomonidan inobatga olinmadi va to`g`ri tushunchalarni qayta ishlash asta-sekinlik bilan kechayotgan edi.

Kalorimetriyaga ilk bor yondoshishlar peterburglik akademiklar G.V.Kraft va G.V.Rixman (1711 - 1753) larning ishlarida ko`zga tashlanadi. 1744 yilda akademiya Konferensiyasiga taqdim etilgan va 1751 yilda bosib chiqarilgan Kraftning "Issiqlik va sovuq bilan o`tkazilgan turli tajribalar" maqolasida suyuqlikning turli haroratga ega ikki qismi qorishmasining haroratini aniqlash masalasi haqida gap yuritiladi. Bu masala ko`p hollarda darsliklarda "Rixman masalasi" deb nomlanadi, vaholanki, Rixman Kraftga nisbatan umumiyroq va og`irroq masalani hal etayotgan edi. Kraft masalani yechishda noto`g`ri empirik formulani berdi.

Rixman masalani yechishda umuman boshqacharoq yondoshganini ko`rishimiz mumkin. 1750 yilda bosilib chiqqan "Issiqlikning aniq graduslariga ega suyuqliklarni qorishtirganda hosil bo`ladigan issiqlik miqdori haqida fikrlar" maqolasida Rixman Kraft singari ikkita emas, balki bir necha suyuqliklar qorishmasining haroratini aniqlash masalasini qo`yadi va uni issiqlik muvozanati tamoyilidan chiqqan holda yechadi. "Faraz qilamiz, suyuqlikning massasi *a* ga teng; bu massada taqsimlangan issiqlik *m* ga teng; *a* massada mujassam *m* ga teng issiqlik taqsimlangan boshqa massa *a* = *b* ga teng bo`lsin. Unda hosil bo`ladigan issiqlik $\frac{am}{a+b}$ ga teng bo`ladi" deydi Rixman. Bu yerda Rixman "issiqlik" deb haroratni tushunadi, biroq shakllantirib bergan "xuddi shu issiqlik taqsimlanayotgan massalariga teskari proporsional" degan tamoyili sof kalorimetrikdir. "Shunday qilib, *a* massaning issiqligi *m* va *b* massaning issiqligi *n* massalar *a* + *b* da teng taqsimlanadi, va bu massadagi, ya`ni, *a* va *b* qorishmadagi issiqlik *a* + *b* massada teng taqsimlangan *m* + *n* issiqliklar yig`indisidan iborat, yoki $\frac{ma+nb}{a+b}$ ga teng bo`lishi kerak". Ana shu formula darsliklarda "Rixman formulasi" sifatida namoyon etilgandi. "Yanada umumiyroq formulani, masalan, issiqlikning turli graduslariga ega bir xil suyuqlikning 3, 4, 5 va hokazo massalarini qorishtirganda hosil bo`lgan gradusini aniqlash imkonini beruvchi formulani olish uchun men bu massalarni *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, mos keluvchi issiqliklarni esa *m*, *n*, *o*, *p*, *q* deb nomladim. Xuddi shunday analogik tarzda men ulardan har biri barcha massalar yig`indisida teng taqsimlanadi deb faraz qildim". Natijada "barcha issiq massalar qorishilgandan so`ng issiqlik

$$\frac{am+bn+co+dp+eq \quad \text{и т.д.}}{a+b+c+d+e \qquad \text{и т.д.}},$$

ga teng bo`ladi, ya`ni, aloxida massalarning issiqligi qorishilganda hosil bo`lgan suyuqlikning issiqlik summasi har bir massaning uning issiqligi ko`paytmasining nisbatiga, xuddi birlik qorishmaning issiqligi nisbatidek bo`ladi" deb davom etadi Rixman.

Rixman xali issiqlik miqdori tushunchasiga ega emas edi, biroq u butkul to`g`ri kalorimetrik formulani yozdi va asoslab berdi. U hech qanday qiyinchiliksiz uning formulasi Kraft formulasiga qaraganda tajribaga mos kelishini topdi. Uning "issiqliklari" "haqiqiy issiqliklar emas, balki Farengeyt bo`yicha nol gradus bilan solishtirganda qorishma issiqligining orttirmasi" ekanligini u to`g`ri aniqladi. U: 1. "qorishmaning issiqligi nafaqat uning massasi bo`ylab, balki idish devorlari va

termometr bo`ylab taqsimlanishi". 2. "Termometr o`zining va idish issiqligi ham qorishma bo`ylab, ham qorishma joylashgan idish devorlari bo`ylab, hamda termometr bo`ylab taqsimlanadi". 3. "qorishma issiqligining bir qismi tajriba o`tkazilayotgan paytda atrof havoga o`tadi..." deb juda to`g`ri tushundi.

Rixman kalorimetrik tajribalardagi xatolar manbalarini aniq ifodaladi, Kraft formulasi tajriba bilan mos tushmasligining sabablarini ko`rsatdi, ya`ni, garchi uning o`zi xali issiqlik miqdori tushunchasiga yaqinlashmagan bo`lsada, kalorimetriyaga asos soldi. Rixman ishini shved akademigi Iogann Vilke (1732 - 1796) va shotlandiyalik kimyogar Jozef Blek (1728 - 1799) davom ettirishdi. Ikkala olim Rixman formulasiga tayangan holda fanga yangi tushunchalarni kiritish lozim deb topadilar. Vilke 1772 yilda suv va qor qorishmasining issiqligini tadqiq qilib, issiqlikning bir qismi yo`qolishini payqab qoladi. Bundan u qor erishning yashirin issiqligi tushunchasiga va keyinchalik "issiqlik sig`imi" deb nom olgan yangi tushunchani kiritish lozimligiga keladi.

Xuddi shunday xulosaga o`zining natijalarini bosib chiqarmagan Blek ham keldi. Uning tadqiqotlari faqatgina 1803 yilda bosib chiqarildi, shundagina Blek birinchi bo`lib issiqlik miqdori va harorat tushunchalarini keskin chegaralab qo`ygan, birinchi bo`lib "issiqlik sig`imi" terminini kiritgani ayon bo`ldi. 1754-1755 yillardayok Blek nafaqat yax erishi nuqtasining doimiyligini, balki issiqlik oqimiga qaramay yax butkul erib ketmaguncha termometr ko`rsatmalari o`zgarmasligini kashf qildi. Bundan Blek erishning yashirin issiqligi tushunchasiga keldi. Keyinchalik u bug`lanishning yashirin issiqligi tushunchasini topdi. Shunday qilib, XVIII asrning 70-yillariga kelib asosiy kalorimetrik tushunchalar o`rnatilgan edi. Deyarli 100 yildan so`nggina (1852 yilda) issiqlikning miqdori birligi ham kiritildi, u anchadan keyin "kaloriya" deb nomlandi.

1777 yilda yax kalorimetrini qurgan Lavuaz'ye va Laplas turli jismlarning solishtirma issiqlik sig`imlarini aniqladilar. Aristotelcha birlamchi sifat, ya`ni, issiqlik aniq tajriba usulida o`rganila boshlandi.

Issiqlikning ilmiy nazariyalari ham paydo bo`ldi. Keng tarqalgan konsepsiyalaridan biri (uni Blek ham yoqlab chiqqandi) bu maxsus issiqlik suyuqligi, ya`ni, teplorod g`oyasidir. Boshqa konsepsiyalaridan biriga ko`ra, buning tarafdorilaridan biri Lomonosov edi, issiqlikga "sezib bo`lmas zarrachalar" harakati turi deb qaralardi. Teplorod konsepsiyasi kalorimetrik faktlarni bayon etishga juda mos kelardi: Rixman formulasi va undan keyin ham paydo bo`lgan yashirin issiqlikni hisobga oluvchi formulalar juda yaxshi tushuntirilardi. Natijada teplorod nazariyasi XIX asr o`rtalariga qadar hukm surgan edi, keyinchalik energiyaning saqlanish qonuni kashf qilinishi fiziklarni Lomonosov deyarli 100 avval muvaffaqiyat bilan ishlab chiqqan konsepsiyasiga qaytishga majbur qildi.

Issiqlik harakat shaklidir degan tasavvur XVII asrda juda keng tarqalgandi. F.Bekon "Yangi organon"ida issiqlik tabiatini o`rganishga o`zining usulini tadbiq etar ekan, "issiqlik mushkullashgan va kichik qismlarda sodir etiladigan tarqalishning harakatidir" degan xulosaga keladi. Issiqlik kichik zarralarning harakati tufayli sodir etilishi haqida aniqroq va ravshanroq qilib Dekart ta`kidlaydi. Olov tabiatini o`rgana turib, u "alanga jismi... biri biridan juda tez va shiddatli harakatlanayotgan o`ta mayda zarralardan tuzilgan" degan xulosaga keladi. Undan

so`ng u "faqatgina u o`tkazayotgan ta`siri tufayligina bu harakat goho issiqlik, goho yorug`lik deb nomlanadi" deb ko`rsatadi. Boshqa jismlarga o`tib, u "harakatini to`htatmayotgan kichik zarralar nafaqat olovda, balki barcha jismlarda mavjuddir, lekin so`nggilarida ularning harakati unchalik kuchli emas, o`zlarining juda kichikliklari tufayli esa biz ularni hech qaysi sezgi organlarimiz bilan xis etolmaymiz" deb xulosa chiqaradi.

Atomizm XVII asrning olimlar va ma`rifatchilarining fizik nuqtai nazarlarida hukmron edi. Guk, Gyuygens, Nyuton Koinotdagi barcha jismlarni Lomonosov aytganidek, "sezib bo`lmas" juda mayda zarrachalardan tarkib topgan deb tasavvur etishgan. Issiqlik shu zarralarning harakatining bir shaklidir degan tushuncha olimlar miyalariga singib ketgan edi. Biroq, issiqlik haqidagi bu tasavvurlar sifatiy xarakterga ega, faktlarga o`ta qashshoq asosda paydo bo`lgandi. XVIII asrda issiqlik hodisalar haqidagi bilimlar aniqroq bo`lib, ravshanlashdi, shuningdek, kimyo ham anchagina muvaffaqiyatlarga erishdi, unda kislorod kashf qilingunga qadar flogiston nazariyasi yonish va oksidlanish jarayonlarini o`rganishda ko`maklashardi. Barcha bu narsalar issiqlikga maxsus substansiya sifatida yangi nuqtai nazar bilan yondoshishga yordam berar, va kalorimetriyadagi ilk bor muvaffaqiyatlar teplorod tarafdorlarining mavqelarini mustahkamlagandek bo`ldi. Bunday sharoitda issiqlikning kinetik nazariyasini qayta ishlash uchun katta ilmiy jasorat lozim edi.

Issiqlikning kinetik nazariyasi tabiiy holda materiyaning kinetik nazariyasi bilan, birinchi navbatda havo va bug`lar bilan uyg`unlashardi. Gazlar ("gaz" atamasi Van Gelmont (1577 - 1644) tomonidan kiritilgan edi) umuman olganda, xali kashf qilinmagandi, bug`ga esa xatto Lavuaz'ye suv va alanganing birikmasi deb qarardi. Lomonosovning o`zi temirning azot kislotasida erishini kuzatib, ajralib chiqayotgan azot pufakchalarini havo deb hisoblardi. Shunday qilib, Lomonosov davrida havo va bug` yagona gazlar, u davr atamalari bo`yicha, "elastik suyuqliklar" ma`lum edi.

D.Bernulli o`zining "Gidrodinamika"sida havoni "o`ta tez turli yo`nalishlarda" harakatlanuvchi zarrachalardan iborat deb tasavvur etar va bu zarrachalar "elastik suyuqlik"ni tashkil etadi deb hisoblardi. Bernulli o`zining "elastik suyuqlik" modeli bilan Boyl - Mariott qonunini asoslardi. U zarrachalar harakati tezligi bilan havo isishi orasidagi bog`lanishni o`rnatdi va bu bilan havoning isishida elastikligi ortishini tushuntirib berdi. Fizika tarixida bu ilk bor gazlarning hulkini molekulalar harakati bilan tushutirishga urinish bo`ldi, bu urinish albatta, yorqin edi, va Bernulli gazlar nazariyasining asoschilaridan biri sifatida fizika tarixiga kirib qoldi.

"Gidrodinamika" bosilib chiqqaniga olti yildan so`ng Lomonosov Akademik majlisga o`zining "Issiqlik va sovuq sabablari haqida fikrlar" ishini taqdim etdi. U faqatgina olti yildan so`ng, 1750 yilda, keyinchalik yozilgan "Havo elastikligi nazariyasi tajribasi" nomlanuvchi boshqa ish bilan bosilib chiqdi. Shunday qilib, Lomonosovda gazlarning elastiklik nazariyasi uning issiqlik nazariyasi bilan uzluksiz bog`langan va so`nggisiga tayanadi.

D.Bernulli ham issiqlik masalalariga, xususan, havo zichligining haroratga bog`lanish masalasiga katta e`tibor qaratgan. Amonton ishlariga ro`kach qilish

bilan chegaralanib qolmasdan, uning o`zi tajriba asosida havoning elastikligi haroratga bog`lanishini aniqlashga harakat qilgan. "Men, 1731 yil 25 dekabrda Peterburgda havo juda sovuq, uning elastikligi xuddi shu, faqat qaynayotgan suv haroratiga ega issiq havoning elastikligiga 523 ga 1000 nisbatida bo`lishini aniqladim" deb yozadi Bernulli. Bernullining bu qiymati aniq noto`g`ridir, chunki unda sovuq havoning harorati –78° S bo`lishini taqozo etadi.

Yuqorida aytilganidek, Lomonosovning shunga o`xshash hisob-kitoblari ancha aniqroqdir. Biroq, Bernullining yakuniy natijasi juda ajoyib, unda "elastikliklar zarrachalar tezliklarining kvadratidan va zichliklarning birinchi darajalari nisbatlaridan iboratdir" deyiladi, bu zamonaviy bayonidagi gazlar kinetik nazariyasi asosiy tenglamasiga butkul mos keladi.

Lomonosov nazariyasida markaziy o`rinni egallagan issiqlik tabiati masalasiga Bernulli umuman qaramagan. Lomonosov issiqlik bu sezib bo`lmas darajadagi kichik zarrachalar harakatining bir turi degan gipotezani ilgari suradi. U bu harakatlarining extimol xarakterini, ya`ni, ilgarilanma, aylanma va tebranma harakatlarini ko`rib chiqadi va "issiqlik bog`langan materiyaning ichki aylanma harakatidan iborat" deb ta`kidlaydi.

Birlamchi faraz sifatida issiqlik sababi molekulalarning aylanma harakatidir degan gipotezani qabul qilgan Lomonosov bundan bir qator xulosalar chiqaradi: 1) molekulalar (korpuskulalar) sharsimon shaklga ega; 2) "... zarrachalarning tezroq aylanishida issiqlik ortishi, sekinroq aylanishida esa kamayishi kerak; 3) qaynoq jismlarning zarrachalari tezroq, sovuqlarniki esa sekinroq aylanishi lozim; 4) qaynoq jismlar sovuqlari bilan tutashganda sovishi kerak, chunki u zarralarning issiqlik chiqaruvchi harakatini kamaytiradi; aksincha, sovuq jismlar qaynoqlari bilan tutashishlari tufayli tezliklari ortishi, binobarin isishi lozimdir". Shunday qilib, tabiatda kuzatilayotgan qaynoq jismdan sovuq jismga o`tishi Lomonosov gipotezasining tasdig`idir.

Lomonosovning issiqlik uzatishni asosiy xulosalar qatoriga qo`shishi juda muhimdir, va ayrim mualliflar bundan Lomonosovni termodinamikaning ikkinchi qonuni kashfiyotchilaridan biri deb hisoblash asosli deb biladilar. Lekin, bunday shakldagi ta`rifga ikkinchi Asosning birlamchi ta`rifi deb qarash mumkin bo`lmasa kerak, biroq, shubhasizki, umuman ishning o`zi termodinamikaning ilk bor chizmasidir. Masalan, Lomonosov ishqalanish tufayli issiqlik ajralib chiqishini tushuntiradi, bu Joulning mumtoz tajribalarida birinchi Asosning eksperimental tayanchi bo`lib xizmat qildi. Keyinchalik Lomonosov issiqlikning qaynoq jismdan sovuq jismga o`tish masalasini ko`rar ekan, quyidagi holatga tayanadi: "Jism *A* jism *B* ga ta`sir etib, unga o`zining tezligidan katta tezlikni bag`ishlay olmaydi". Bu holat "umumiy saqlanish qonuni"ning xususiy ko`rinishidir. Bu holatdan kelib chiqqan holda u sovuq jism *B* issiq suyuqlik *A* ga botirilganda "ravshanki, *A* ega bo`lgan issiqlik darajasidan ortiqrog`ini ololmaydi" deb isbotlaydi.

Issiqlikdan kengayish masalasini ko`rishni Lomonosov "keyingi safargacha", havo elastikligini ko`rishga qadar qoldiradi. Shunday qilib, uning termodinamik ishi keyingi, gazlar elastikligi ishigacha qoldiriladi. Biroq, issiqlikdan kengayish masalasini "keyingi safargacha" qoldirish niyatini aytgan holda, shu yerning o`zida zarrachalar tezligining yuqori chegarasi yo`qligi sababli

(u vaqtda xali nisbiylik nazariyasi yo`q edi) haroratning ham yuqori chegarasi bo`lmasligini ko`rsatib o`tadi. Lekin "zarurat yuzasidan sovuqning eng katta va oxirgi darajasi mavjud bo`lishi kerak, unda zarralarning aylanma harakati butunlay tugashi lozimdir". Demak, Lomonosov "sovuqning oxirgi darajasi", ya`ni absolyut nol mavjudligini ta`kidlaydi.

Xulosada Lomonosov teplorod nazariyasi tanqid qiladi va buni qadimgilarning elementar olov tasavvurining qaytalanishi deb hisoblaydi. Issiqlik ajralib chiqishi va yutilishi bilan bog`liq turli fizik va kimyoviy hodisalarni olib ko`rgan Lomonosov "jismlarning issiqliklarini shunga moslashgan maxsus qandaydir nozik materiyaning quyuqlashuviga yo`yib bo`lmaydi, biroq issiqlik qizigan jism bilan bog`liq materiyaning ichki aylanma harakatidan iborat" deb xulosa chiqaradi. "Bog`langan" materiya ostida Lomonosov jism zarachalarining materiyasini nazarda tutadi va "daryo kabi" jism g`ovaklaridan "oqib o`tuvchi" materiyadan farqlaydi.

Shu bilan birga o`zining termodinamik tizimiga Lomonosov olam efirini ham kiritadi, bu bilan u nafaqat o`zining davridan, balki XIX asrdan ham ilgarilab ketadi. "Bu bilan biz bunday harakat va issiqlik sezib bo`lmaydigan zarralardan holi butun fazoni to`ldirib turuvchi efirning o`ta nozik materiyasiga xos deymiz hamda efir materiyasi quyoshdan olgan issiqlik harakatini Yerga va boshqa jismlarga eltishi va ularni isitishi mumkin va bir-biridan uzoqda joylashgan jismlar issiqlikni uzatuvchi muhit vazifasini o`taydi" deb davom etadi Lomonosov.

Shunday qilib, Lomonosov Bolöman, Golitsin va Vindan ancha ilgari issiqlik nurlanishini termodinamikaga kiritadi. Lomonosovning termodinamikasi - o`z davridan ancha ilgarilab ketgan XVIII asr ilmiy tafakkurning ajoyib yutug`idir.

Nima uchun Lomonosov issiqlik sifatida zarralarning ilgarilanma harakatini ko`rishdan voz kechib, aylanma harakatda to`htaldi degan savol tug`iladi. Bu faraz uning ishini ancha zaiflashtirib yubordi va D.Bernullining nazariyasi Lomonosov nazariyasiga nisbatan Klauzius hamda Maksvellarning keyingi tadqiqotlariga ancha yaqinroq bo`lib qoldi. Bunga Lomonosovda anchagina chuqur fikrlar bor edi. Uning uchun u qovushoqlik va elastiklik, jism zarralarining bog`liqligi va jismlarning kengayish xususiyatlari kabi bir-biriga qarama-qarshi narsalarni tushuntirib berishi kerak edi. Lomonosov uzoqdan ta`sir etuvchi kuchlarga qarshi bo`lib, jismlarning molekulyar tuzilishini olib ko`rayotganda ulardan foydalana olmas edi. Shuningdek, u gazlarning elastikligini tushuntirishda elastik to`qnashishga keltirishni istamas, ya`ni, elastiklikni elastiklik bilan tushuntirishni istamagandi. U elastiklikni ham, issiqlikdan kengayishni ham eng tabiiy holda tushuntirib beruvchi mexanizmni axtargandi. "Havo elastikligi nazariyasi tajribasi" ishida u zarrachalar o`zlarining elastikligini butkul inkor etadi, Lomonosov ta`biricha "ular hech qanday fizik murakkabligiga va tashkiliy tuzilishga... ega bo`lmay", atomlardir. Shuning uchun elastiklik xususiyatlarini hech qanday fizik murakkabligiga va tashkiliy tuzilishga ega bo`lmagan yakka zarralar emas, balki ularning to`plamlari namoyon etadi. Shunday qilib, Lomonosov aytganiga ko`ra, gaz (havo) elastikligi "atomlar jamoasining xususiyatidir". Atomlarning o`zlari esa, Lomonosov bo`yicha, "jismli bo`lishi va davomiy bo`lishlari kerak". Ularning shakli sharsimonga "juda yaqin" bo`lishi kerak deb hisoblaydi. Ishqalanish

natijasida issiqlik ajralib chiqish hodisasi uni "havo atomlari g`adir-budirdir" degan gipotezani qabul qilishga majbur etadi. Havoning elastikligi zichligiga proporsional ekanligi Lomonosovni "bu atomlarning qandaydir bevosita o`zaro ta`sirlashuvlari natijasida sodir etiladi" degan xulosaga keltiradi. Biroq, Lomonosov bo`yicha, atomlar masofadan ta`sirlasha olmaydilar, ular faqat bevosita kontakt vaqtdagina ta`sirlasha oladilar. Havoning eziluvchanligi ular orasida atomlarning o`zaro ta`sirlashuvlariga yo`l bermaydigan bo`sh oraliqlar mavjudligini isbotlaydi. Bundan Lomonosov vaqt davomida atomlarning o`zaro ta`siri ular orasidagi bo`shliq bilan, fazoviy ajralish esa kontakt bilan almashinuvchi dinamik tasvirga keladi. "Shunday qilib, ravshanki, havoning ayrim atomlari o`zlarining tartibsiz almashinuvlari oqibatida vaqtning sezilmas oraliqlarida yaqinlari bilan to`qnashadilar, ularning ayrimlari bir-biriga yaqin bo`lganlarida, boshqalari biri biridan itarilib sachraydilar va yaqinlariga to`qnashadilar, yana sachraydilar; shunday ekan, biri biridan o`zaro to`qnashuvlari natijasida itarilib, turli tomonga sochilishga intiladilar". Lomonosov aynan ana shu turli tomonga sochilishda elastiklikning sababini ko`radi. "Elastiklikning kuchi havoning barcha tomonga tarqalishga intilishidan iboratdir".

Biroq, nega o`zaro ta`sirlashuvlarida atomlar bir biridan to`qnashib sapchishini tushuntirib berish lozim bo`ladi. Lomonosov ta`biricha, bunga sabab issiqlik harakatidir: "Havo atomlarining o`zaro ta`sirlashuvi faqat issiqlik tufayligina sodir etiladi". Issiqlik esa, zarralarining aylanma harakatlaridan iborat bo`lganligi uchun aylanma harakatga ega ikkita sharsimon g`adir-budir zarracha to`qnashganda nima bo`lishini ko`rish kifoya. Lomonosov ular itarilishini yoshlikdan tanish bo`lgan pildiroqlar misolida ko`rsatadi. Aylanayotgan bunday pildiroqlar bir-biriga tekkanlarida ancha masofaga sapchib uzoqlashadilar. Shunday qilib, atomlarning elastik to`qnashlari, Lomonosov bo`yicha, ularning aylanma momentlarining o`zaro ta`sirlashuvlariga bog`liq bo`ladi. Ana shuning uchun ham unga zarralarning issiqlikli aylanma harakati gipotezasi kerak bo`lgan. Ana shunday yo`l bilan Lomonosov betartib harakatlanayotgan va to`qnashayotgan gazning elastik modelini to`liq asoslab bergan.

Bu model Lomonosovga nafaqat Boyl - Mariott qonunini tushuntirib berishga yordam beribgina qolmay, balki katta ezilishlarda sodir etiladigan chetlashishlarni ham bashorat qilishga imkon berdi. qonunning tushuntirilishi va undan chetlashishlari Lomonosov tomonidan avvalgi ikkita ishi bosib chiqarilgan Peterburg fanlar Akademiyasining "Yangi Izohlari"da "Havo elastikligi haqida fikrlarga qo`shimchalar" ishida bayon etilgan.

Lomonosov ishlarida noto`g`ri ta`kidlar ham uchraydi, ular o`sha davrning bilimlar darajasi bilan to`liq tushuntiriladi. Lekin olimning ishlar ahamiyatini ular belgilamaydi. Issiqlik haqidagi fanning boshlang`ich davridayok o`z davridan ancha ilgarilab ketgan qudratli nazariy konsepsiyani yaratgan Lomonosovning ilmiy fikrining chuqurligi va jasoratiga qoyil qolmay bo`lmaydi. Zamondoshlari Lomonosov izidan bormadilar, aytganimizdek, issiqlik nazariyasida uzoq vaqtgacha teplorod g`oyasi hukmron bo`ldi. XVIII asrdagi fizikaviy fikrlash turli substansiyalarni, ya`ni, issiqlik, yorug`lik, elektr, magnit substansiyalarni talab etardi. Odatda bundan XVIII asr tabiatshunoslarining fikrlashi metafizik xarakterga

egaligidan ko`riladi. Bunday bo`lishiga sabab aniq tabiatshunoslikning taraqqiyotida bo`lishi mumkin. XVIII asrda issiqlikni, yorug`likni, elektr va magnetizmni o`lchashni o`rgandilar. Bu agentlar uchun oddiy massa va hajmlar singari o`lchovlar topildi. Bu fakt vaznsiz agentlarni oddiy massa va suyuqliklarga yaqinlashtirar, ularga oddiy suyuqliklar analoglariga o`xshatishga undar. "Vaznsizlar" konsepsiyasi fizika rivojlanish bosqichida zarur qadam edi, u issiqlik, elektr va magnit hodisalar olamiga chuqurroq kiri borishga imkon berardi. U aniq tajriba rivojlanishiga, ko`proq faktlarni to`plashga va ularga birlamchi izohlar berishga ko`maklashardi.

Optika

XVIII asrda issiqlik haqidagi ta`limot kimyo va optika bilan uzviy bog`langan holda ribojlanib bordi. Ma`lumki, olov issiqlik va yorug`likni beradi, kimyoviy o`zgarishlarni keltiradi.

Barcha bu narsalar olimlarni issiqlik, kimyoviy va yorug`lik hodisalar orasida o`zaro bog`lanishni axtarishga undardi. Lomonosov qat`iyan teplorodga qarshi bo`lsada, yorug`lik va jismning kimyoviy tuzilishi orasidagi o`zaro bog`lanishni inkor etaolmasdi. 1756 yil 1 iyulda akademik yig`inda o`qib bergan uning "Ranglarning yangi nazariyasini tasavvur etuvchi yorug`lik paydo bo`lishi haqida so`z"ida u davrdagi kimyoviy taassurotlari bilan uzviy bog`langan ranglar nazariyasi mavjuddir. Lomonosovning nuqtai nazariga ko`ra yorug`lik efirning to`lqinsimon harakati tasavvuridir. Ranglar esa uchta kimyoviy materiyaga, ya`ni, tuzli, oltingugurtli va simobli materiyaga mos keluvchi efir zarralarining uch xil turidan hosil bo`ladi. "Men kuzatishimcha, va ko`p yillar ilgari fahmlashimcha, so`ng esa ishonchli bo`lgan tajribalar orqali isbotlashimcha, efir materiyasining uch xil turi sezgirli jismlarni tashkil etuvchi birlamchi ta`sirlovchi uch turdagi zarralar bilan moslashadi, ya`ni, birinchi kattalikdagi efir tuz bilan, ikkinchi kattalikdagisi simob bilan, uchinchi kattalikdagisi oltingugurt yoki qaynoq birlamchi materiya bilan; sof yer, suv va havo bilan moslashishi barchasiga nisbatan o`tmas, kuchsiz va tugallanmagan bo`ladi. Nihoyat topayapmanki, efirning birinchi turidan qizil rang, ikkinchisidan sariq, uchinchisidan havorang hosil bo`lar ekan. Boshqa ranglar birlamchi ranglarning qo`shilishidan paydo bo`ladi" deydi Lomonosov.

Bu jismlarning ranglarini ularning kimyoviy tuzilishi bilan bog`lab ko`rishga ilk bor urinishdir. Bir vaqtning o`zida Lomonosov yorug`lik nurining rangdorligini fizik nuqtai nazaridan izohlashga urinib ko`rayapdi.

Oq nur va ranglarning fizikaviy tabiati masalasi Nyuton va Gukni ham, Lomonosov va Eylerni ham qiziqtirib kelgan. Eyler, yorug`likning to`lqinli nazariyasiga qo`shilgan va Gyuygens tamoyilini inkor etgan holda o`ziga xos ranglarning rezonansli nazariyasini ilgari surdi. XVIII asrda Gyuygens tamoyili "ishlamadi", yorug`likning to`lqinli nazariyasi Lomonosov va Eylerlarning qo`llab quvvatlanishiga qaramay tashlab qo`yilgan edi. Ko`pchilikning gipotetik "flyuid", "sezilmas"lar bilan qiziqishi optikaga ham ta`sir o`tkazgandi. Yorug`likning korpuskulyar, "jismli" nazariyasi ko`pchilikning e`tiborini o`ziga tortgan edi.

Aytib o`tish joizki, aynan XVIII asrda yorug`likni o`lchashlariga katta qiziqish ortib boradi, aynan shu yerdan fotometriya o`z sanasini boshlaydi. Buning sabablari, birinchidan, avvalo amaliy extiyojlar tufayli edi. Yoritishning masalalari, xususan, katta shaharlarning ko`chalarini yoritish, saroylarni yoritish, mayak yoritkichlarini qurish kabi ishlar katta ahamiyatni kasb etdi. Bunday masalalar bilan Parijda Lavuaz'ye shug`ullangan, Lomonosov tantanali illyuminasiyalarni tashkillashtirishda faol qatnashgan. Kulibin fonarlarni ixtiro qilgan. Olimlarni turli manbalarning yorug`lik kuchi va yoritilganligini o`lchash masalalari qiziqtira boshladi. Ikkinchi tomondan, aniq tabiatshunoslikning usullari kengayib tarqalib borar va yorug`lik hodisalar sohasiga ham yetib kelgandi. Fotometriya fanga ham, amaliyotga ham kerak edi.

Fotometriyaning asoschilari deb 1729 yilda bosilgan "Yorug`lik gradasiyalariga doir tajriba" va 1760 yilda o`limidan so`ng bosilgan "Yorug`lik gradasiyasi haqida optik risola"lar muallifi fransuz Pyer Buger (1698 - 1758) hamda 1760 yilda "Fotometriya"si bosilib chiqqan elçaslik I.G.Lambert (1728 - 1777) tan olinadi.

Yorug`lik tarqalishi va yoritilganlik masalasi qadimdan rassomlarni ham qiziqtirib kelgan, va tabiiyki, Leonardodek rassom va tadqiqotchi birinchi tajribachi fotometriyachi sifatida gavdalanadi. S.I.Vavilov u haqida "Uning rasmlari va ularga yozgan izohlari Leonardo Rumford turidagi fotometrik o`rnatma bilan tajribalar o`tkazgan deb fikr yuritishda hech qanday shubha qoldirmaydi" deb yozadi.

Bugerning "Optik risolasi"da "yorug`lik oqimi" (Bugerda "yorug`lik miqdori"), "manbaning yorug`lik kuchi" (Bugerda "yorug`likning absolyut kuchi"), "yoritilganlik" (Bugerda "yorug`lik kuchi"), "yorqinlik" (Buger uni goh "yorug`lik intensivligi", goh "yorqinlik" deb ataydi) kabi fotometrik tushunchalar kiritilgan. Fotometrik o`lchashlarning asosiy tamoyilini Buger quyidagicha ta`riflaydi: "Yorug`lik tarqatayotgan bu ikkita jismdan (tadqiq qilinayotgan va namunaviy sham) kelayotgan nurlarni sathning ikkita turli bo`laklariga bir xil burchak ostida tushishini ta`minlaylik, sathlardan birini ularning yoritilganligi teng bo`lib tuyulgunga qadar yoritkich yoki shamdan uzoqlashtirib yoki yaqinlashtirib turaylik. Unda ikkala masofani o`lchab olish qoladi, bu masofalarning kvadratlari ikkita yoritilgan jismlarning absolyut yorug`lik kuchlarining nisbatlarini ifodalaydi".

Buger sodda fotometrni ixtiro qildi, turli manbalar hosil qilgan yoritilganlikni tenglashtirish usullarini yaratdi, fotometrik o`lchashlarning keng dasturini bajardi. Xususan, u yorug`lik yutilishi yorug`lik oqimining intensivligi yutuvchi qatlamining qalinligiga bog`liqligi va eksponenta bo`yicha kamayishini bildiruvchi muhim qonunni o`rnatdi.

S.I.Vavilov va V.L.Levshinlar sinchkovlik bilan Buger qonunining turli intensivliklarda to`g`riligini o`rganib chiqdilar va bu intensivliklar $10^{20}$ marotaba o`zgarishlarida haqqoniy ekanligini tan oldilar. "Yorug`lik mikrostrukturasi" kitobida S.I.Vavilov mumtoz optika hech qanday tasavvurga ega bo`lmagan qonun buzilishlarining murakkab va nozik fizik sabablarini ochdi. Aytib o`tish joizki, Buger qonuni hamda yoritilganlikni yoritilayotgan sirt bilan yorug`lik manbagacha

bo`lgan masofaga bog`lanish qonuni darsliklarda Lambert qonunlari deb noto`g`ri talqin qilinardi. S.I.Vavilov Bugerga nisbatan haqiqat tiklanishi uchun ko`pgina ishlar qildi.

Lambert asosiy fotometrik tushunchalar va munosabatlarga aniqlik kiritdi, yoritilganlikning masofaga bog`lanishi qonuniga u yoritilganlik nurlarning tushish burchagiga bog`langanlik qonunini qo`shdi, manbaning yorqinligi undan chiqayotgan "nurlar burchagiga" bog`lanishi qonunini ta`riflab berdi. Lambertning bu qonuni absolyut qora jism uchun to`g`ridir (yorqinlik chiqayotgan nurlar bilan nurlantirayotgan jism sirti tashkil etgan burchak sinusiga proporsional bo`ladi). Biroq, Lambert bu qonun umumiy va xususiy hol uchun to`g`ridir deb hisoblar, bu qonunga binoan Bugerning quyosh yorqinligi markazdan chetga qarab kamayishi ta`kidiga qarshi quyosh diski tekis yoritilgan bo`lib tuyulishi kerak deb fikr bildirgan.

Fotometriya XVIII asrning optika sohasidagi muhim yutug`idir. Boshqa natijalardan Nyuton fikriga qarshi axromatik teleskop va quvurlarning qurilishi va 1728 yilda Jeyms Bradley tomonidan yorug`lik aberrasiyasining kashf qilinishini qayd etish lozim. So`nggi kashfiyot yorug`likning tezligini aniqlash yangi usulini berdi va keyinchalik harakatlanuvchi muhitlar optikaning taraqqiyotida muhim rol o`ynadi.

Elektr va magnetizm

Aytib o`tganimizdek, elektr va magnit hodisalarni tadqiq qilish Gilbert kitobidan boshlanadi, "elektr" atamasi ham unga mansub bo`lib, kahraboning yunoncha nomidan kelib chiqqan. Gilbert sinchkovlik bilan ko`pgina turli jismlarni tadqiq qilib chiqdi va bu maqsadda maqsus elektr ko`rsatkichni yaratdi, buni u quyidagicha ta`riflaydi: "O`zinga ixtiyoriy metalldan magnit ko`rsatgichi ko`rinishga ega ignasining ustida yetarlicha harakatchan uzunligi uch yoki to`rt dyuym bo`lgan nayzachani yasab ol". Zamonaviy elektroskoplar ajdodi bo`lmish bu ko`rsatkich yordamida Gilbert "nafaqat tabiat tomonidan yaratilgan, balki sun`iiy tayyorlangan" ko`pgina jismlar tortib olish xususiyatiga ega ekanligini aniqladi. Lekin, u shuningdek, ko`p jismlar "tortilmasligini va hech qanday ishqalanish bilan uyg`onmasligini" ham topdi. Ular qatoriga qimmatbaho toshlar va "kumush, oltin, mis, temir, shuningdek, har qanday magnit" kabi metallar kiradi. Tortishish xususiyatini namoyon etuvchi jismlarni Gilbert elektrik, bunday xususiyatga ega bo`lmagan jismlarni esa noelektrik deb atadi.

Gilbert aytishicha, elektrik hodisalar tubdan magnitli hodisalardan farqlanadilar.

Gilbert jismlar ishqalash natijasida qanday qilib elektrlanishini ko`rsatadi: "Ularni sirtlarini buzmaydigan va yarqiratadigan jismlar, masalan, dag`al ipak, rangi chiqmaydigan qo`pol mato va quruq kaft bilan ishqaydilar. Shuningdek, kahraboni kahraboga, olmosga, shishaga va boshqa ko`p narsalarga ishqash mumkin. Elektrik jismlarga ana shunday ishlov beriladi".

Gilbert risolasida ko`pgina qiziq kuzatuvlar va topilmalar o`rta asr alkimyogarlar ruhidagi fantastik tushuntirishlar bilan qorishib ketgan. Lekin Gilbert ishining asosiy ahamiyati shundaki, u elektrik va magnitli hodisalarni

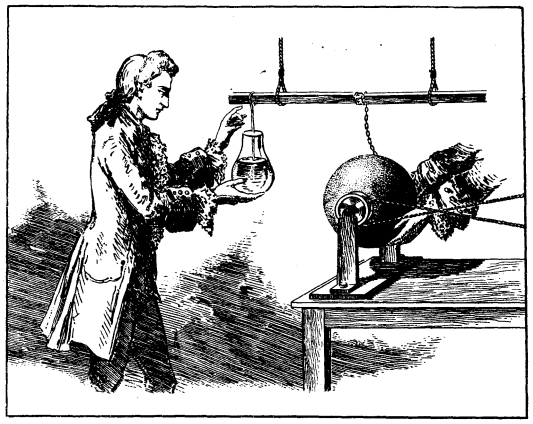
o`rganishni qat`iy yo`lga qo`ydi va shu asosda fan va texnikaning muhim bo`lgan bu sohasining intensiv rivojlanishi boshlandi.

Elektrik tajribalar bilan Nyuton ham shug`ullangan, u metall xalqaga qo`yilgan shisha ostida joylashtirilgan qog`oz parchalarining elektrik harakatlarini kuzatgan. Shishaning ishqalanishi natijasida qog`oz parchalari unga tortilganlar, sapchiganlar, yana tortilganlar, va hokazo. Bunday tajribalarni Nyuton 1675 yillardayok o`tkazgan.

Elektrga doir tajribalarni Londonlik qirollik jamiyatining boshqa a`zolari ham o`tkazganlar. Gerike shar bilan o`tkazgan tajribalarini takrorlagan Boyl nafaqat elektrlangan jism elektrlanmagan jismni tortishini, balki, so`nggisiga o`zi ham tortilishini aniqladi. U elektrik hodisalar vakuumda ham kuzatilishini ko`rsatdi.

1700 yilda doktor Uoll ishqalangan kahraboning katta bo`lagidan tajribachining qo`lidagi barmog`idan chirsillab o`tib ketgan elektr uchqunni chiqaraoldi. Gerike oltingugurtli sharini shishali sharga almashtirgan Xauksbi ham 1705 yilda elektr uchqunni chiqardi. Nyuton 1716 yilda igna uchi bilan elektrlangan jism orasidagi uchqunli zaryadsizlanishni kuzatgan. "Uchqun menga kichik, juda kichik o`lchamdagi chaqmoqni eslatdi" deb yozadi Nyuton. Nihoyat, Londonlik qirollik jamiyati a`zosi Stefen Grey (1670 - 1736) 1729 yilda jismlarning elektr o`tkazuvchanlik hodisasini kashf qildi va elektr saqlanishi uchun jism izolyasiyalangan bo`lishi zarurligini ko`rsatdi. U qildan to`qilgan arqonchalarga osilgan bolani elektrladi, keyingi tajribalarda arqoncha chaqichdan yasalgan shar bilan almashtirildi.

1731 va 1732 yillarda e`lon qilingan Grey tajribalari fransuz tabiatshunos Sharl Dyufe (1698 - 1739) e`tiborini o`ziga jalb etdi, u ilk bor elektrik hodisalarning nazariyasini yaratadi. Greyning izolyasiyalangan inson tanasini elektrlash tajribalarini takrorlash uchun uning o`zi ipak arqonchalarga yotardi va uni shunchalik kuchli elektrlashardiki, boshqa inson yaqinlashganda undan uchqunlar sachrardi.



Leyden bankasi bilan olib borilgan dastlabki tajribalar

Dyufe elektrik o`zaro ta`sirlashuvlarning ikki turini, ya`ni, tortishish va itarilish turlarini topdi. Avvaliga u "elektrlangan jismlar elektrlanmagan jismlarni o`ziga tortishi va ular yonma-yonligidan yoki elektrlangan jismlarga teginib ketganligidan elektrlanishi bilan itarilib ketishini" ko`rsatdi. Keyinchalik u "boshqacha, umumiyroq va avvalgilariga qaraganda g`aroyibroq tamoyil"ni kashf qiladi. "Bu tamoyil shundan iboratki, elektrning yuqori darajada biri biridan farq qiluvchi ikki xil turi mavjuddir, birini men "shishali" elektr, boshqasini "saqichli" deb nomlayman... Elektrning ikkala turining xususiyati shundaki, ular bir jinsligini itarib tashlab, qarama-qarshisini tortib oladi. Masalan, shishali elektr bilan elektrlangan jins shishali elektrga ega barcha jismlarni itarib tashlaydi, va aksincha, sakichli elektrga

ega jismlarni tortib oladi. Xuddi shunday, sakichli sakichligini itarib tashlab, shishaligini tortib oladi" deb davom etadi Dyufe. Bu qonunni Dyufe 1733 yilda Parij fanlar Akademiyasining Memuarlarida bosib chiqarilgandi.

Elektr sohadagi yangi kashfiyotlar hamda konduktor, ishqash uchun moslamalarga ega elektrik mashinalarning takomillashtirilishi, va nihoyat, 1745 - 1746 yillarda leyden bankaning sensasion kashfiyoti jamiyatda elektrik hodisalarga qiziqishni orttirib yubordi. Elektrik tajribalar zodagonlar yig`inlarida va qirollik saroylarida, ilmiy jamiyatlarning majlislarida va xususiy uylarida o`tkazilardi. Yevropa ketidan Amerika va Rossiya ergashdi. Franklin, Rixman, Lomonosov, Epinus bu fanga sezilarli hissalarini qo`shdilar.

Georg Vilgelm Rixman 1711 yil 11 iyulda Estoniyaning Pyarnu (u vaqtda Pernov) shahrida tug`ildi. Rixman Galle va Iyendagi olmon universitelarida, 1735 yildan boshlab esa, Peterburg fanlar Akademiyasida tahsil oldi. 1740 yilda u adþnkt, 1741 yilda esa akademiyaning professori bo`ldi.

1745 yil yanvaridan Rixman elektrga doir o`zining tajribalarini boshlab yubordi. Uning o`zi yozishicha, bu ish jarayonida "men ko`pgina yangi hodisalarga to`qnash keldim...", so`ng "... birlamchi elektrga ega jismlarni hamda hosil qilingan elektrga ega jismlarni tadqiq etish uchun qulayroq bo`lgan yangi usulni topdim". Bu yerda birlamchi elektr ostida Rixman izolyatorlarda ishqalash natijasida paydo bo`lgan elektrni, hosil bo`luvchi elektr ostida esa zaryadlangan jismlar bilan kontakt natijasida o`tadigan elektrni nazarda tutadi.

G.Rixman

Rixman tadqiqotlarining muhim bo`lgan yangi momenti shuki, u "hosil bo`lgan elektrni o`lchashga urinib ko`rishi" edi. "Elektrni o`lchab ko`rishga" ilk bor urinishini u quyidagicha bayon qiladi: "Kichkinagina tarozuni men temir taglikga ilintirib qo`ydim, bunda tarozu pallasining biri shu taglik ostida, ikkinchisi esa undan 3 dyuym masofada osilib turardi. Bu pallaga men 30 granni qo`ydim; muvozanat yo`qolganligi sababli obkash aytilgan tomonga egildi va boshqa pallaning tubi temir taglikdan 1 dyuymga uzoqlashdi. Sim CDB va butun apparat elektrlanganda temir palla pastga tortilib taglikga urildi, chirsillagan tovush eshitildi, shu onda taglik B bilan tarozu pallasi orasida yorug`lik paydo bo`ldi. Shunday qilib, ko`rsatilgan masofada kuch shunday ediki, u 30 granni 1 londonlik dyuym balandlikka ko`taraoldi. Xuddi shu usul bilan men elektr kuchini ham o`lchab ko`rmoqchi edim".

Shunday qilib, Rixman elektr kuchini "tarozuda tortib ko`rishga" urinib ko`rdi. Bu to`g`ri g`oya edi, o`zining rivojlanishida u absolyut elektrometr ixtiro qilinishiga olib keldi. Rixman turli tarozu va massalar bilan o`tkazgan bir qator tajribalarini bayon etgan. Biroq keyinchalik u boshqa usulga - zamonaviy elektrometrlar ajdodi bo`lmish elektr ko`rsatkich usuliga o`tadi.

"Men elektr kuchlarni taqqoslab ko`rishning boshqa usulini ham o`ylab topdim. Elektrni o`tkazuvchi temir sim *CB* ga men zig`ir tolali ip *DE* ni osib qo`ydim, undan keyin 492 londonli chiziq masofada men gorizontga parallel holda havo rang ipak tolani mahkamladim, *g* ga esa og`ir jismni joylashtirdim. Ipak tola *Eg* ni men london futining o`nlik ulushlariga bo`lib chiqdim, bo`linish nuqtalarini zig`ir tolali iplar bilan belgiladim. Simga elektr berilganda ip *DE* og`ir jism *g* ga

yaqinlashar va qiya holatni, masalan, D_4, D_5, D_6 va hokazo holatlarni egallar. Elektr tugaganda ip yana vertikal *DE* holatiga kelardi. Elektrlanuvchi simdan osilib turgan va og`ir jismga yaqinlashib boruvchi ip *DE* ni elektr ko`rsatkich deb nomlanishi mumkin".

Rixman tajribalarining bayoni olti yildan so`ng, 1751 yilda Peterburg fanlar Akademiyasining "Yangi Izohlar"ida bosilib chiqdi. Rossiyada bu elektrga doir birinchi bosma ish edi. Rixmanning "Jismlarda hosil bo`ladigan elektr bilan yangi tajribalar" maqolasida uning tajribaviy o`rnatmasi va bu o`rnatmada o`tkazilgan tajribalari bayon etilardi. O`rnatma Gravezand turidagi elektr mashinadan iborat edi. Mashinaning elektrlanuvchi sharidan elektr temir sim orqali saqich bilan to`ldirilgan konussimon idishdagi temir taglikga uzatilardi. Taglik yuqori qismiga ma`lum uzunlik va vazndagi zig`ir tolali ip mahkamlangan vertikal temir chizgich bilan bog`langan edi. Saqichli idish joylashgan stolga ko`rsatkich shkalasini tashkil etuvchi va taqsimlangan shkalaga ega yog`och kvadrant mahkamlanadi. Ip shkalagacha biroz yetishmasdi. Temir taglikning ikkinchi uchiga ham temir chizgich ulanar, u orqali elektr turli jismlarga uzatilish imkoni bor edi.

Elektr ko`rsatkich vafotiga qadar Rixmanning fikrini band qilgandi. U "takomillashgan elektrometr elektr qonunlarini ochishda va aniqlashda katta naf berishi mumkin"ligini yaxshi tushungan va o`zining tugallanmagan "Elektr ko`rsatkichni takomillashtirishga doir" qo`lyozmasida yozganidek, "bu sohada ko`pgina besamar urinishlarni qilar" edi. "Izohlar"da bayon etilgan ko`rsatkich tajriba stoliga qattiq mahkamlangan bo`lib, uning noqulayligi ana shundan iborat edi. Rixman ko`chirib yuruvchi asbobni yaratdi, u tashqariga chiqib turuvchi temir chizgich joylashtirilgan leyden bankasidan (ya`ni, silindrik metall idishga yarmisigacha temir qirindilar bilan to`ldirilgan shisha idish) iborat bo`lgan. Chizgichning chiqib turgan uchiga zig`ir tolali ip mahkamlangan.

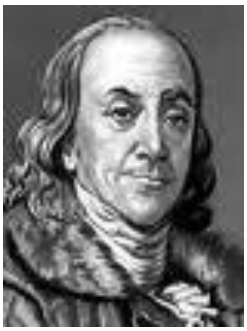
"Elektr ko`rsatkich haqida fikrlar va sunèy hamda tabiiy elektr hodisalarni tadqiq etishda undan foydalanish" ishida Rixman elektr hodisalarni o`rganishga doir ko`p yillik tajribaviy ishlariga chaqmoqning elektr tabiati tadqiqi bilan yakun yasaydi. Rixman 1753 yilda "... Sakkiz yil muqaddam men elektr hodisalarni tadqiq qilishga kirishdim. Mukammal elektrometr, ya`ni elektr kuchini aniqlovchi asbob, shubhasizki, elektr nazariyaning rivojlanishiga juda ham asqotib qolishi mumkin. Shuning uchun ham avvaldan men elektr intensivligini aniqlashning qulay usuli haqida o`ylay boshladim. Boshqalarni bilmadimu, lekin men hanuzgacha mukammal elektrometrni yaratish bahtiga ega bo`laolmadim". Ana shunday tanqidiy nuqtai nazarda va vijdonan Rixman elektrometrning puhta konstruksiyasiga doir o`zining axtarishlarini baholaydi.

Bunday asbobni yaratish uchun yuz yildan ortiq vaqt talab etildi. Elektrometrlar XIX asrning ikkinchi yarmisida yaratildi.

Xuddi shu ishida Rixman asboblarining ikkala turini va ular bilan o`tkazgan asosiy tajribalarini, shu jumladan, momaqaldiroqli jalaning elektriga doir tajribalarni, xususan, 1753 yil 26 iyulda olimning fojeali o`limiga olib kelgan tajribasini ham bayon etadi. Biz tilga olgan uning mumtoz asari olimning o`limining besh yildan so`ng, 1758 yilda bosilib chiqadi. O`z asbobining nomukammalligiga qaramay, Rixman to`liq asos bilan "u yoki bu elektrlangan

massadagi elektr gradusining katta yoki kichik ulushini tanib olish uchun ishonchli asbob" deb ta`kidlagandi. U "qandaydir harakat bilan hosil qilingan elektr materiya jism atrofida zarurat yuzasidan uni ma`lum masofada o`rab turishi lozim; jism sirtidan kichik masofalarda uning ta`siri kuchliroq bo`ladi; demak, masofa ortgan sari uning kuchi xali noma`lum bo`lgan qandaydir qonuniyat bilan kamayib boradi" deb ta`kidlaydi. Boshqacharoq aytadigan bo`lsak, Rixman o`zining asbobi yordamida zaryadlangan jism atrofida "xali noma`lum bo`lgan qandaydir qonuniyat bilan" jismgacha masofa ortishi bilan kamayib boruvchi elektr maydon kuchlanganligi mavjudligini ochadi. Shunday qilib, elektr maydon kashf qilinishi va bu maydonning ta`siri manbagacha bo`lgan masofaga bog`liqligi haqidagi aniq ta`kidi rus olim sharafiga mansubdir. Bu "xali noma`lum qonun" qirq yildan so`ng Kulon tomonidan topildi.

O`zining ishida Rixman Franklinni va uning musbat va manfiy elektrlar nazariyasini tilga oladi. Bu olimning tadqiqotlarini olib ko`raylik.


B.Franklin

Amerikalik fanning asoschisi Veniamin (Bendjamin) Franklin 1706 yilning 17 yanvarida bostonlik sovun erituvchi oilasida tug`iladi. Uning otasi, katta oilaga ega bo`lgan (Veniamin oilada o`n beshinchi farzand bo`lgan) qashshoq hunarmand, tirikchilik sababidan Angliyadan Amerikaga ko`chib o`tadi. Veniamin o`z mehnat faoliyatini erta boshlashga majbur bo`lgan, avval u otasiga ko`maklashib yurdi, so`ng kichik bosmaxonaga ega bo`lgan akasiga yordamlashdi. Bosmaxonada ishlab yurgan chog`ida u ko`p mutolaa qildi, o`z ustida ishladi. Akasi gazeta bosib chiqarishni yo`lga qo`yganda Franklin o`zi maxfiy yozgan maqolasini bosmaga tashlab qo`yib kuchini jurnalistikada sinab ko`rdi. Maqola bosib chiqarildi, uning ketidan jamiyatning e`tiborini jalb etgan boshqa maqolalar ham paydo bo`ldi. Franklinning muallifligi ochilishi akasi bilan munosabatlarining buzilishiga olib keldi. Veniamin u bilan shartnomani uzadi va ish axtarib avval Nþ-Yorkga, so`ng Filadelfiyaga ketadi. Mehnatsevarligi va sabr-toqati ko`p yillik og`ir hayotdan so`ng Franklinga muvaffaqiyat keltirdi. U Filadelfiyada mustaqil va ta`minlangan mavqega erishdi, hurmatli va e`tiborli fuqarolardan biri bo`ldi, yirik jamoa arbobiga aylandi. U Pensilvaniya provinsiyasiga Majlis kotibligiga saylandi, amerikalik mustamlakalarining pochtalari direktori, so`ng general-pochtmeyster lavozimigacha ko`tarildi. Shu bilan bir qatorda u keng miqyosda ma`rifiy ishlar boshlab yubordi, Filadelfiyada kutubxona tashkil etdi, Pensilvaniya universitetiga va Filadelfiyalik falsafiy jamiyatga asos soldi.

Franklin amerikalik mustamlakalarining mustaqilligi uchun kurashida (1775 - 1783) katta rol o`ynadi. U qit`aviy kongress va o`zi tuzgan mustaqillik deklarasiyalarni ishlab chiquvchi komitet ishida qatnashdi. Yangi tuzilgan davlat tomonidan Fransiyaga elchi sifatida yuborilgan Franklin Angliyaga qarshi kurashda Fransiyaning qo`llab-quvvatlanishini erishdi. Bu narsa kurashni hal qilishga sezilarli ta`sir etdi. 1783 yilda Shimoliy Amerika qo`shma Shtatlari (yangi davlat shunday nomlandi) kongressi tomonidan yuborilgan yana ikkita boshqa vakolatchilari bilan birgalikda Angliya bilan tinchlik haqidagi shartnomani imzoladi.

Franklin Qo`shma Shtatlarning konstitutsiyasini ishlab chiqishda faol qatnashdi, negrlarni qullikdan ozod etishda, davlatni demokratik boshqarish tamoyillari uchun otashin kurashchi edi. Franklin 1790 yil 17 aprelda vafot etadi.

Shunday qilib, Franklin Amerika qo`shma Shtatlarining asoschilaridan biri, yangi davlat yaratuvchilaridan biri edi. U, shuningdek bu davlatdagi fanining asoschisi, ilk bor universitetlaridan birining, birinchi ilmiy jamiyat, ya`ni, Filadelfiyalik falsafiy jamiyatlarning ta`sischisi edi. U o`zining ishlari bilan amerikalik va jahon faniga kattagina ulush qo`shdi. Bu ishlarining orasida elektrga doir ishlari birinchi o`rinda turadi.

Bu tadqiqotlar Franklinning Londonlik qirollik jamiyati a`zosi Piter Kollinsonga yozgan xatlaridan tuzilgan "Elektr ustidan olib borilgan kuzatuvlar va tajribalar" ishining negizini tashkil etdi. Kollinson Filadelfiyalik kutubxonaga elektr tajribalarni o`tkazish uchun shisha nayni va undan foydalanishning batafsil ko`rsatmalarini yuboradi. 1747 yil 28 martida Kollinsonga yuborilgan xatida Franklin bu sovg`a uni va kutubxonaning boshqa a`zolarini "elektrik tajribalar bilan shug`ullanishga undadi, ularni o`tkazishda biz tomondan ayrim, bizningcha yangi hodisalar kuzatildi" deb yozadi. Franklin berilib elektr bilan shug`ullangan edi. U o`sha xatda "... Menga hech qachon e`tiborimni va vaqtimni shunchalik band etgan tadqiqotni o`tkazmaganman..." deb tan oladi. Bu berilishning natijasida elektr hodisalarning unitar nazariyasining yaratilishi, chaqmoqning elektr tabiati isbotlanishi va boshqa muhim kashfiyotlar bo`ldi.

Franklinning ilk bor tajribasi "toza va quruq shisha idish" og`zida joylashtirilgan cho`yan sharni elektrlashdan iborat edi. Elektrlanish tepaga ipak ipga osib qo`yilgan yengil po`kak sharcha yordamida tadqiq qilindi. Franklin bu tajribasida sharni razryadlovchi va razryadlanish chog`ida qorong`ulikda shu`lalanuvchi o`tkazgich nayzachaning ta`sirini aniqladi. Franklin 11 iyulda yozgan xatidayoq elektrlangan shar, nayzacha, zaryadlangan aylanma bilan o`tkazgan tajribalarini bayon etadi. Bu yerda u musbat va manfiy elektrlar haqida tasavvurni kiritadi. "Plyus yoki minusni elektrlash uchun shuni bilish lozimki, ishqalanayotgan nay yoki shar shu damda elektr otashni o`ziga tortib oladi, ya`ni, uni ishqalanayotgan narsadan tortib olinadi; ishqalanish to`htashi bilan xuddi shu narsalar o`ziga olib qolgan otashni miqdori kamroq bo`lgan ixtiyoriy boshqa jismga berishga harakat qiladi".

Shunday qilib, Franklin maxsus elektrik substansiya tushunchasidan foydalanadi, uni "elektrik otash" deb ataydi. U "elektrik otash keng tarqalgan element" va elektrizasiya jarayoniga qadar jismlarda bu elementdan teng miqdorda taqsimlangan bo`ladi deb taxmin qiladi.

1747 yil 1 sentyabrda yozgan xatida Franklin leyden bankaning ta`sirini bayon qiladi. "Ajoyib, qanday qilib bu g`aroyib bankada elektrning ikki holati, ya`ni, musbat va manfiy holatlari biri ikkinchisi bilan moslashib muvozanatlashib turar ekan!" deb zavqlanadi u. Franklin sinchkovlik bilan bu o`zaro bog`lanishni tadqiq qilib chiqadi. Bo`laklanuvchi banka bilan o`tkazgan tajribasida u bankadagi urish xususiyatining butun kuchi uning qatlamlarida emas, balki shishaning o`zida ekanligini aniqlaydi. Bu tajriba 1748 yilda yozgan xatida bayon etilgan. Shu xatning o`zida u o`zi o`tkazgan tajribalari natijalarini hamda o`zi ixtiro qilgan va

maktabdagi fizika xonalarining keng tarqalgan uskunasiga aylangan "Franklin g`ildiragi" haqida bayon etadi.

1749 yilga kelib Franklinning elektr nazariyasi yakunlangan edi. 1750 yil 29 iyulda Kollinsonga yozgan xatida bu nazariyasining asosiy holatlarini quyidagicha ifodalaydi.

"1. Elektrik substansiya o`ta mayda zarralardan tuzilgandir, chunki u oddiy materiyaga, xatto eng zich metallarga ham juda oson va bemalol, hech qanday sezilarli qarshilikni uchratmagandek kirib boraoladi.

...

3. Elektrik substansiya oddiy materiyadan shu jihatdan farqlanadiki, so`ngisining zarralari o`zaro tortishadilar, birinchisining zarralari esa o`zaro itarishadilar...

4. Garchi elektrik substansiyaning zarralari o`zaro biri biridan itarilsa ham, ular barcha boshqa materiya bilan kuchli tortiladilar.

...

6. Shunday qilib, oddiy materiya elektrik suyuqlikga nisbatan o`ziga xos shimib oluvchi g`ovak (gubka) narsadir...

7. Biroq, oddiy materiyada (odatda) o`ziga sig`dirguncha elektrik substansiya mavjud bo`ladi. Agarda unga bu substansiyadan yana qo`shilsa, unda u tashqaridan, sirt bo`ylab joylashadi va biz elektrik atmosfera deb ataydigan narsani hosil qiladi; u holda buyum elektrlangan deyishadi.

...

15. Elektrik atmosfera u o`rab turgan narsaning shakliga kiradi...".

Franklin ko`rsatadiki, elektrik atmosfera sharni bir tekisda o`rab oladi, uni qirralariga nisbatan uchli tomonlaridan tortib olish osonroq. U turli tajribalarda elektrning uchlardan oqib o`tishini namoyish etadi. Aytib o`tish joizki, uchlar va burchaklarning bu xususiyati undan avval Rixman tomonidan kashf qilingan va o`rganib chiqilgandi. Franklin nazariyasining ahamiyatli joyi shundaki, unda elektrni hosil qilib yoki yo`q qilib bo`lmaydi, u faqat qayta taqsimlash mumkin bo`lgan substansiyadir. Elektron nazariyaning ajdodi bo`lmish Franklin nazariyasining asosiy holati bu elektr zaryadning saqlanish qonunidir.

Franklin, shuningdek, chaqmoq elektrlangan bulutlarning razryadidir degan gipotezani bildiradi. U momaqaldiroqli jala bulutlar yaqinlashganda varrakni uchirish bilan bog`liq bo`lgan mashhur tajribasini o`tkazadi. Varrakdagi vertikal tayoqchasining yuqori qismiga u uchli simni mahkamlagan. Kanopning uchiga razryadlovchi moslama (kalit) va qo`lda ushlab turgan ipak tasmani bog`lagan. "Jala buluti varrak tepasida paydo bo`lishi bilan uchli sim undan elektrik otashni tortib olaboshlaydi va kanop bilan varrak elektrlanadi... Yomg`ir varrak bilan kanopni namlagandan so`ng, elektrik otash bemalol ulardan o`taoladigan bo`ladi, Unda Siz barmog`ingizni yaqinlashtirishingiz bilan u kalitdan to`kin oqib o`tishini ko`rishingiz mumkin" (1752 yil 19 oktyabrda Kollinsonga yozgan xatidan).

Franklinning tajribalari va uning yashinqaytargich g`oyasi keng ommaga tarqaldi. Ularni Yevropada ham qaytarishardi. Fransiyada Jan Dalibar (1703 - 1799) bog`da elektrik, ya`ni, izolyator taglikga balandligi 40 fut bo`lgan uchi nayzalangan temir tayoqni o`rnatgan va momaqaldiroq paytlarida undan uchqunlar

chiqargan. Xuddi shunga o`xshash kuzatuvlarni Lomonosov va Rixmanlar o`tkazganlar. Bilganimizdek, 1753 yil 26 iyulda momaqaldiroqni kuzatish paytida Rixman chaqmoq urishidan vafot etgandi.

Qayd etish lozimki, Franklin "elektrik", "noelektrik" degan atamalarni ishlataturib, ular noto`g`ri ekanligini tanqid qilgan. Uning nazariyasiga ko`ra, elektr barcha jismlarda mavjuddir: elektrik substansiya "quruqlik va suvdan iborat sharimizning butun massasida yetarlicha teng taqsimlangan. Shuning uchun "elektrik" va "noelektrik" atamalari noto`g`ri bo`lganligi tufayli olib tashlanishi va "o`tkazgich" va "noo`tkazgich" tushunchalari bilan almashishi lozim (ayrim jismlarning boshqa jismlardan birdan bir farqi shundan iboratki, ayrimlari elektr substansiyani o`tkazaoladi, boshqalari o`tkazmaydi)".

Ko`rib turganimizdek, Rixman o`zining elektrga doir tadqiqotlarini Franklinga nisbatan ikki yil oldin boshlagan. Franklindan mustaqil ravishda o`zining "elektrik havo kuzatuvlari"ni Lomonosov ham boshlagan. U elektrik ko`rsatkich yordamida momaqaldiroq va chaqmoq yo`q paytda atmosferaning elektrik holatini o`rganib chiqdi. Bu haqda u o`limidan so`ng bosilib chiqqan maqolasida ma`lum qiladi. Rixman va Lomonosov Franklin nazariyasini qabul qilmadilar. Lomonosov o`zining nazariyasini yaratayotgan edi, unda u elektrni efir zarralarining harakati bilan tushuntirishga urinib ko`rdi. Buni Franklinning elektr maydon g`oyasi bilan taqqoslar ekanmiz, xulosa chiqarishimiz mumkinki, agarda Franklin nazariyasi kelajakdagi elektron nazariyaning ajdodi bo`lsa, peterburglik akademiklarning nazariyasi kelajakdagi Faradey - Maksvell maydon nazariyasining ajdodi bo`ldi.

1759 yilda Peterburgda akademik Frans Ulrix Teodor Epinusning (1724 - 1802) "Elektr va magnetizm nazariyasi tajribasidan" kitobi lotin tilda bosilib chiqdi. Bu kitob bosilishidan ikki yil avval Berlin fanlar Akademiyasining a`zosi Epinus Peterburg fanlar Akademiyasining taklifini qabul qildi va besh yilga shartnoma tuzdi. Biroq Rossiyada u ikkinchi vatanini topdi, rus fuqaroligini qabul qildi va yangi vatanida 45 yil, ya`ni, o`limiga qadar ishladi.

Epinusning "Elektr va magnetizm nazariyasi tajribasidan" kitobida Franklin kitobi va Rixman ishlaridan farqli ravishda nafaqat elektr hodisalar, balki magnetizm ham ko`rilgandi. Bunda Gilbertdan farqli Epinus elektr va magnetizm orasidagi farqlarni emas, balki o`xshashlikni axtaradi. O`zi 1756 yilda turmalinning qizdirilgandagi qutbiy elektrlanish hodisasini (piroelektriklik) kashf qilishi uni ayniqsa "bu tosh (turmalin) bilan magnit juda o`xshashligi" lol qoldiradi. Bu kashfiyot taassuroti ostida Epinus "magnit bilan elektr kuch orasidagi o`xshashlikni yana tadqiq qilishga tushdi". Bu tadqiqotlar natijasida u "magnit va elektr hodisalarning sabablari aynan o`xshash, magnitning ta`siri esa leyden bankaning ta`siriga aynan o`xshash" deb hisoblaydigan bo`ldi.

O`zining nazariyasi negiziga Epinus zarralari materiya hamda o`zaro tortishish va itarishish kuchlar orqali ta`sirlashuvchi elektrik va magnit suyuqliklar tushunchasini qo`yadi. Nyuton kabi Epinus bu kuchlar tabiatini olib ko`rmaydi, balki ular yordamida eksperimental faktlarni bayon qiladi. Shu bilan birga Epinus, "garchi tortishish va itarilish kuchlar mavjudligiga butkul ishonsamda", biroq, ularni "buyuk Nyutonning ayrim extiyotkor bo`lmagan izdoshlari jismlarning

o`ziga xos ichki kuchlar deb o`ylaganlaridek" hisoblamaydi va "masofadan ta`sir etuvchi kuchlarni faraz qiluvchi" nazariyani ma`qullamasligini ta`kidlaydi. "...Mening nuqtai nazarim shundayki, tortishish va itarishish kuchlarni ... men bu hodisalarning sabablari xali yashirindir, lekin boshqa hodisalar ularga bog`liq va ulardan boshlanadi deb hisoblayman" deb yozadi Epinus. Kartezianliklar va Nyutonianliklar orasidagi bahslarda Epinusning pozitsiyasi ana shunday. Epinus franklincha yagona elektrik suyuqlik gipotezasini qabul qiladi: "Barcha elektrik hodisalarni sodir ettiruvchi, shu sababli elektrikli deb nomlanuvchi, o`ta nozik, zarralari xatto ahamiyatli masofalarda ham biri birini sezilarli itarib turuvchi juda elastik qandaydir suyuqlik mavjuddir". "Bu suyuqlikning zarralari hozircha ma`lum bo`lgan barcha jismlarni tashkil etgan materiya tomonidan tortiladilar".

Elektrik suyuqlikga nisbatan material jismlar ikki sinfga taqsimlanadilar: ayrimlari elektrik materiyani oson o`tkazadilar, boshqalari "uning erkin harakatlanishiga qarshilik ko`rsatadilar". Jismlarning birinchi guruhini Epinus "tabiatan noelektrik", boshqasini "tabiatan elektrik" deb nomlaydi. Biz yuqorida Franklin bu terminlarni noto`g`ri deb hisoblaganini hamda o`tkazgich va noo`tkazgichlar deb gapirish ma`qul bo`lishini uqdirganini ko`rgan edik. Lekin "elektrik", "noelektrik" atamalari uzoq vaqtgacha saqlanib keldi va faqatgina XIX asrning birinchi yarmisida biz uchun odatiy bo`lib qolgan "o`tkazgich" va "izolyator" atamalariga almashtirildi.

Epinus magnit hodisalarni bayon etish uchun elektrik hodisalarga o`xshash magnitli suyuqlikni kiritadi. "... Uning zarralari ham elektrik suyuqlik kabi o`zaro bir birini itarishadi. Biroq, tabiatdagi jismlarning ko`pchiligi magnit suyuqlik bilan ta`sirlashmaydi, faqat ayrim jismlar, va birinchi navbatda temir magnit materiya tomonidan tortiladi.

Bir tomondan temir va temirdan qilingan jismlar va boshqa tomondan tabiatan elektrikli bo`lgan jismlar orasida juda katta o`xshashlik mavjud...". "Magnit materiyaga ta`sir etuvchi va tabiatan elektrik bo`lmagan jismlarga mos keluvchi biror jism hanuzgacha noma`lum".

Shunday qilib, Epinus magnetiklar (ferromagnetiklar) va "elektrik" (dielektriklar) orasida o`xshashlikni, shuningdek, magnetizm uchun elektrik o`tkazuvchanlik kabi o`tkazuvchanlikning mavjud emasligini (konstatasiya qiladi) ta`kidlaydi. qolgan tomonlaridan esa, Epinus bo`yicha, elektrik magnit suyuqliklar o`xshash qonunlariga binoan ta`sirlashadilar. Masalan, agarda ularda elektrik yoki magnit suyuqliklarning "tabiiy" miqdori mavjud bo`lsa, ular o`zaro ta`sirlashmaydilar. Elektriklik yoki magnitlik "... yoki elektrik yo magnit suyuqlikning miqdori tabiiy miqdoridan ortib ketsa, yoinki kamayib ketsa" hosil bo`ladi. "Franklin elektrik materiya miqdorining ortishi natijasida hosil bo`lgan elektrni musbat, uning kamayishi natijasida hosil bo`lganini manfiy deb atadi. Men bu atamalarni xuddi shu ma`noda saqlagan holda magnetizmga ko`chiraman" deydi Epinus.

Aytib o`tish joizki, Epinus risolasi chiqqan xuddi o`sha, 1759 yilda ingliz Saymer elektrning dualistik nazariyasini ilgari suradi, u qarama-qarshi bo`lgan ikki turdagi elektr mavjud, ya`ni, biri shishani ishqaganda hosil bo`ladigan elektrga o`xshash, ikkinchisi kahraboni elektrizasiya qilganda hosil bo`ladigani ("saqichli

elektr") deb faraz qiladi. Franklin - Epinuslarning unitar nazariyasiga ko`ra "o`z holiga tashlab qo`yilgan ixtiyoriy jism har doim tortishish va itarishish kuchlar orasida muvozanat hosil bo`lish uchun yetarli miqdordagi elektr suyuqlik mavjud holatiga o`z-o`zidan qaytadi".

Epinus jismlarning o`zaro ta`sirlashuvlari sodir etilishi mumkin bo`lgan holatlarni o`rganadi. Bunda u elektr yoki magnit massalarning itarishish kuchlari ular orasidagi masofa ortishi bilan kamayishi kerak degan taxminni bildiradi. Garchi bu funksional bog`lanishning ko`rinishi unga xali noma`lum bo`lsada, biroq u tan oladi "jon deb bu kattaliklar masofalar kvadratlariga teskari proporsional o`zgarsa kerak deb qabul qilardim". Bu bog`lanishni unga tortishish qonuni o`xshashligi bildiradi. Epinus tajribada kuzatilayotgan elektrlanmagan jismlarning elektrlangan jismlarga tortilishi "bu jism elektrlangan jismga faqat yaqinlashganining o`zidayoq o`zi ham elektrlanib qolishi mumkin" deb tushuntiradi. Elektrik induksiyasining bu hodisasi Rixmanga ham tanish edi, u haqda 1754 yilda ingliz Jon Kanton (1718 - 1772) va 1757 yilda nemis Iogann Karl Vilke (1732 - 1796) bayon qilishgan edi.

Epinus tajribada o`tkazgich va izolyatorlardagi elektr induksiyani tadqiq qildi va o`tkazgichlarga nisbatan izolyatorlarda u kuchsizroq ekanini aniqladi. Shunday qilib, umuman olganda, Epinus dielektriklar qutblanishini kashf qildi.

O`zining risolasida Epinus jism o`z-o`zidan undagi elektr miqdori "tabiiy" holga kelishiga intiladi degan tasdig`i bilan jismning elektrostatik muvozanati g`oyasini ilgari surdi. Yuqorida aytilganidek, u sinchkovlik bilan jismga ta`sir etuvchi kuchlarni tahlil qiladi va undagi elektr miqdori muvozanati tortishish va itarishish kuchlar yig`indisi nolga teng paytda sodir bo`lishini ta`kidlaydi. Biroq u o`tkazgichlarda elektrning taqsimlanish qonunini va Franklinning "metall idish ichida joylashtirilgan po`kak sharchalar umuman elektr ta`siriga uchramagan" degan kuzatuvini tushunmagan. Shved Sheele bilan kislorodni kashf qilish shuhratini bo`lishib olgan tabiatshunos va faylasuf Pristli Franklin eksperimentining ahamiyatiga to`g`ri baho beraoldi. Bu eksperiment agar elektr zarralarining o`zaro ta`siri masofa kvadratlariga teskari proporsional bo`lgandagina to`g`ri tushuntiriladi. Pristli bu taxminini 1767 yilda o`zining "Elektr tarixi"da bildiradi, 1771 yilda esa ingliz lord Kavendish ilk bor tajribada elektr zaryadlarning o`zaro ta`sir kuchlari $1/r^n$ qonuniyatga bo`ysunishini ko`rsatdi, bu yerda $n = 2 \pm {}^{1}/_{50}$.

Kavendish tajribasi quyidagidan iborat edi. qalay qog`ozi (staniol) bilan o`ralgan 12,1 dyuymli shar 13,3 dyuymli boshqa shar ichiga tashqi shardan izolyasiyalangan holda joylashtiriladi. Ochib yopishga imkoni bo`lgan tashqi shar ham staniol bilan o`ralgan ikkita yarimshardan iborat. Tashqi shardagi kichkina tuynugidan u bilan ichidagi shar ipakchaga bog`langan sim orqali o`tkazgichli kontakt o`rnatish mumkin. Tajribaning boshida yarimsharlar yaqinlashtirilgan va o`tkazgichli kontakt ulangan paytda tashqi sfera leyden bankadan zaryadlanadi. Undan so`ng ipakcha yordamida kontaktli sim olib tashlanadi, tashqi yarimsharlar ochiladi va ichidagi sharning elektrizasiyasi tadqiq qilinadi.

Elektroskop bu sharning zaryadini topaolmadi. Kavendish elektroskopning sezgirligini o`rganib chiqdi va u tashqi sfera zaryadiga $^1/_{60}$ teng miqdordagi ichki shar zaryadini payqashi mumkinligini ko`rsatdi. Bundan Kavendish elektr zarralarining o`zaro ta`sir kuchi masofaga qarab r^{-n} qonuniyat bilan kamayishini chiqardi, bu yerda n ikkidan $^1/_{50}$ katta miqdorda o`zgarmaydi.

Genri Kavendish (1731 - 1810) boy ingliz lord bo`lib, u fizika va kimyo bilan o`z qiziqishi uchun, hozirgi til bilan aytilsa, "xobbi" uchun shug`ullangan. 1766 yilda u vodorodni kashf qiladi, karbonad angidrid gazini oladi, vodorod yonishi natijasida suv ajralib chiqishini ko`rsatadi. Kavendish buraluvchi tarozu yordamida tortishish qonunining doimiysini aniqladi va bu bilan Yerning "vaznini" topdi. g`arib va g`alatiroq bo`lgan bu jentlmen, u o`zining ishlarini, va xususan, elektrga doir tadqiqotlarini istar-istamas bosmadan chiqarardi. Ular 1879 yilga qadar, 1874 yilda Kembridjda Genri Kavendish ajdodi tomonidan ta`sis etilgan Kavendish laboratoriyasining birinchi professori Maksvell bosib chiqarmaguncha noma`lum bo`lib qolib ketgan edi.

Maksvell Kavendish tajribalarini Tomson elektrometri yordamida takrorlab ko`rdi va $n$ ikkidan $^1/_{21600}$ dan ortig`iga farqlanmasligini ko`rsatdi.

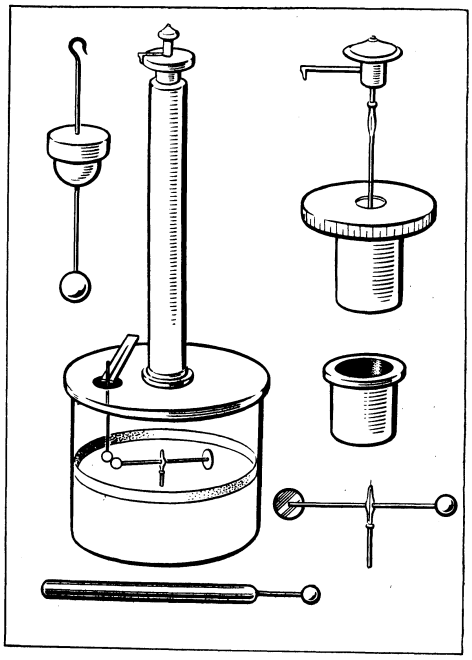
"Kavendish o`zini panaga olib yurishiga kelsak, bu kechirarli narsa emas, bu gunoh" deb yozadi 1891 yilda atoqli elektrofizik Xevisayd. Bu "gunoh" Kavendishga elektr o`zaro ta`sirlashuvlarining aniq qonuni kashfiyotchisi shuhratidan maxrum qildi, bu qonun fanga Kulon qonuni nomi ostida abadiy muhrlanib qoldi.

Fransiyalik harbiy muxandis, 1781 yildan esa Parij fanlar Akademiyasi a`zosi Sharl Ogyusten Kulon (1736 - 1806) 1777 yili qillar, ipak va metall iplarning buralishini tadqiq qildi. Bu tadqiqotlar natijasida buralish qonuni kashf qilindi:

$$\varphi = c\frac{Pl}{r^n},$$

bu yerda φ - buralish burchagi, P – burovchi kuch, l – ip uzunligi, r – uning radiusi.

1784 yilda Kulon sezgirli asbobni, ya`ni, buraluvchi tarozuni ixtiro qiladi. Bu tarozu yordamida u elektr va magnit o`zaro ta`sirlashuv qonunlarini kashf qildi. Uning tajribalari va ulardagi xulosalari 1782 - 1785 yillarda yettita memuarda bosilib chiqdi. Kulon apparati aylana bo`ylab o`lchovchi shkalaga ega shishali silindrdan tashkil topgan bo`lib, silindr qopqog`ida markaziy va yonlama tuynuklar mavjud bo`lgan. Markaziy tuynukdan o`lchovchi kallachaga mahkamlangan va o`sha kallacha bilan tugagan baland shishali silindr o`qidan o`tuvchi kumush ip o`tkazilgan. Ip



Kulonning buraluvchi tarozusi

yengilgina shishali obkashni tutib turar, obkashga esa sharcha va qarama-qarshi yuk joylashtirilgan. Yonlama tuynukdan zaryadlangan sharchani eltuvchi tayoqcha o`tkazilgan.

1785 yildagi birinchi memuarida Kulon itarilish kuchni tadqiq qilgan va birlamchi kontaktda bir xil miqdorda zaryad olgan sharchalar orasidagi burchak masofalar 36°, 18°, 9° bo`lganda ip mos ravishda 36°, 144°, 576° burchaklarga buralgan, ya`ni, kuchlar masofa kvadratlariga teskari proporsional o`sib borgan.

Ikkinchi memuarda Kulon magnit qutblarning o`zaro ta`sirlashish qonunini topadi.

Kulon ishidagi ahamiyatli momenti elektr miqdori va magnit miqdori (magnit massalar) ni o`lchash usuli yaratilishi bo`ldi. Birliklarning ilmiy tizimida Kulon qonunlari elektrik va magnit birliklari tizimining asosiy bazasini beradi. Kulondan so`ng elektrik va magnit hodisalarning matematik nazariyasini yaratish imkoni paydo bo`ldi.

II BOB. XIX asrda FIZIKANINING ASOSIY YO`NALISHLARI RIVOJLANISHI

Mexanikaning XIX yuzyillikning birinchi yarmisida rivojlanishi

XIX yuzyilikning boshidagi fizika tarixidagi voqealar bayoniga o`tishdan oldin XIX asrning birinchi yarmisida mexanika rivojlanishini qisqagina olib ko`raylik.

Eyler, Lagranj va XVIII asrning boshqa matematik va mexaniklari ishlari tufayli matematik tabiatshunoslikning yangi tarmog`i shakllandi, u nazariy mexanika nomini oldi. Shu sifatda u fizikadan ajralib chiqdi va uning rivoji fizikadan ko`ra ko`proq matematika rivojiga bog`lanib qoldi.

Mexanika tarixida rus olimlar: mexanik va matematik M.V.Ostrogradskiy (1801 - 1862), fizikada uning nomi Ostrogradskiy - Gauss teoremasi bilan bog`liq, P.L.Chebishev (1821 - 1894), A.M.Lyapunov (1857 - 1918) va ko`pgina boshqalar sezilarli xissa qo`shdilar.

Bu yerda biz qisqagina qilib Lagranjdan keyin ishlagan, uning ishini davom etdirgan va mexanikaga fizika uchun muhim bo`lgan yangi tushunchalarni kiritgan ayrim mexaniklar haqida gapirib o`tamiz.

1803 yilda Lui Puansoning (1777 - 1859) "Statika elementlari" ishi bosilib chiqdi. Puanso yangicha dinamik juft kuchlar tushunchasini kiritdi, juftlar xossalarini o`rgandi, jismga ta`sir etuvchi kuchlar yig`indisining umumiy qonunini va muvozanatning umumiy shartlarini shakllantirib berdi.

1811 yilda Simeon Puassonning (1781 - 1840) "Mexanika haqida risola"si chiqadi. Bu risolada Puasson umumiy taxminlarni ko`psonli misollar bilan to`ldirgan holda Lagranj an`analarini rivojlantiradi va ommalashtiradi. Puassonning "Risola"si uzoq yillar davomida mexanikadan o`quv qo`llanma sifatida xizmat qilib keldi.

Napoleon armiyasining sobiq askari va rus harbiy asir matematik Jan Viktor Ponsele (1788 - 1867) mexanikaga muhim bo`lgan ish tushunchasini kiritdi. Bu tushuncha Gaspar Gyustav Koriolisning (1792 - 1843) "qattiq jismlar mexanikasi va mashinalar ta`sirini hisoblash haqida risola"ga (1829) ham kiritilgan. Koriolis

aylanma harakatga ega tizimdagi jismlarga ta`sir etayotgan tezlanishni hamda unga mos inersiya kuchini ham ochgan. Bu tezlanish hozirda "koriolis tezlanishi" nomi ostida ma`lum, kuch esa "Koriolis kuchi" deb ataladi (1835).

K.F.Gauss

1829 yilda mashhur nemis matematik K.F.Gaussning (1777 - 1855) "Dinamikaning bitta yangi umumiy tamoyili haqida" ishi bosilib chiqadi. Bu risolada Gauss eng kam harakat tamoyili o`rniga boshqa tamoyilni mexanika asosida ishlatishni taklif qiladi, buni u quyidagi so`zlar bilan ta`riflaydi: "O`zaro erkin tarzda bog`langan va ixtiyoriy ta`sirga uchraydigan material nuqtalar tizimining harakati barcha nuqtalar har bir soniyada shu nuqtalar erkin bo`lib qolganda sodir etiladigan harakatlanishi singari mumkin qadar eng mukammal harakatga mos tushadi, ya`ni, agarda shu zo`riqish sifatida cheksiz eng kichik soniya ichida har bir nuqta massasining erkin bo`lganda egallagan vaziyatidan chetlashishlar kvadratiga ko`paytmasini qabul qilsak, bu harakat eng kam bo`lgan extimol zo`riqish bilan sodir etiladi".

Ta`kidlab o`tish joizki, bu ishdan avval Gauss ko`pyillik geodezik va astronomik tadqiqotlar o`tkazgan, ularning natijasida u xatolar nazariyasi va eksperimental ma`lumotlarni qayta ishlashda muhim rol o`ynaydigan eng kichik kvadratlar usulini topdi. Yuqorida ta`rifi berilgan Gaussning eng kam zo`riqish tamoyili eng kichik kvadratlar usuliga yaqin keladi: tabiat shunday harakat etadiki, kuchlar ta`siri ostida g`alayonlanmagan harakatidan nuqta harakati chetlashishlari kvadratlar yig`indisi minimal bo`ladi.

Eng kam ta`sir variasion tamoyili U.R.Gamilton (1805 - 1865) ishlarida ayniqsa muhim rol o`ynadi.

Uilyam Rouan Gamilton - irlandiyalik matematik va fizik. 1827 yildan u Dublin universitetida astronomiya professori va universitet qoshidagi astronomik observatoriyasining direktori bo`lgan.

1834 yilda Gamilton "Dinamikada umumiy usul haqida" dasturiy maqolasi bilan chiqadi.

Nyuton davridan mexanika rivojlanishiga tasnif bergan Gamilton Lomonosov zamondoshi va tengdoshi bo`lgan slavyan olim Rudjer Iosip Boshkovich ta`limotiga urg`u beradi (Boshkovich 1711 yil 18 mayda Dubrovnikda, Dalmasiyada tug`ilgan, 1787 yil 13 fevralda Milanda, Italiyada vafot etadi. Boshkovich 1760 yilda, Lomonosov hayotligidayok Peterburg fanlar Akademiyasiga fahriy a`zo etib saylangan).

1758 yilda bosilib chiqqan "Tabiatda mavjud kuchlarning yagona qonuniga keltirilgan tabiiy falsafa nazariyasi" asosiy asarida Boshkovich olamni moduli va yo`nalishi masofaga qarab o`zgarib boruvchi, ya`ni, tortishish kuchlar itarishi kuchlarga va aksincha o`zgarib boruvchi kuchlar bilan o`zaro ta`sirlashuvchi nuqtalar (kuchlar markazi sifatida faraz qilingan atomlar) to`plami sifatida olib ko`radi. Gamilton uning ishiga mexanikada to`ntarish yasagan "jismlarning barcha aloqalari va ta`sirlashuvlarini nuqtalarning tortishi yoki itarishishiga keltirgan va jonliroq" qilgan ish deb qaraydi.

Aynan shu g`oyani Gamilton o`zining tizimi asosiga qo`yadi. Biroq, nuqtalar tizimi harakatini aniqlash uchun ikkinchi tartibdagi differensial tenglamalarni integrallash zarur, "ularning soni esa tortishish yoki itarishish nuqtalar sonidan uch marta ko`p".

Tabiiyki, nuqtalar soni ortgan sari bu masala juda murakkablashib boradi, va masalan, o`nta nuqta uchun ikkinchi tartibdagi o`ttizta differensial tenglamani integrallash lozim. Gamilton "masalani birinchi tartib va ikkinchi darajali xususiy hosilaning ikkita tenglamalariga javob beradigan yakkayu yagona funksiyani topish va differensiallashga keltiruvchi" usulni taklif qiladi. Bu funksiyani Gamilton xarakteristik funksiya deb ataydi, u $V = \int_0^t 2Tdt$ orqali aniqlanadi, bu yerda $2T$ – "to`liq tirik kuch" - tezliklari kvadratiga zarralar massalari ko`paytmasining yig`indilaridir. U Gamilòon tomonidan kiritilgan va tirik kuch qonuni $T=U+H$ orqali aniqlanuvchi H funksiya

$$\frac{\partial V}{\partial H} = t$$

tenglama bilan bog`langan.

$T=U+H$ munosabat, bu yerda U – kuch funksiyasi, hozirda $H=T+U$ ko`rinishda yoziladi, bu yerda U – potensial energiya, u Gamiltonning kuch funksiyasi U dan ishorasi bilan farqlanadi.

1835 yilda bosilgan "Dinamikada umumiy usul haqida ikkinchi ocherk" maqolasida Gamilton xarakteristik funksiya V o`rniga bosh funksiya $S$ ni kiritadi. U o`zining mashhur kanonik tenglamalar tizimini qo`llaydi, bu tizim konservativ kuchlar bo`lgan taqdirda zamonaviy ko`rinishda $\dot{q}_i = \frac{\partial H}{\partial p_i}$, $\dot{p}_i = -\frac{\partial H}{\partial q_i}$ shaklda bo`ladi.

Bu tenglamalarning soni n (i=1,2, …, n) tizimning erkinlik darajalari soniga teng. Bosh funksiya S

$$S = \int_0^t (T+U)dt$$

tenglama bilan kiritiladi. U hozir "ta`sir" nomini olgan va kanonik tenglamalar eng kam ta`sir tamoyilidan olinadi.

Gamiltonning dinamikaga doir ishlaridan avval nurlar optikasiga doir ishlar chiqqandi, ular 1827 - 1832 yillarda "Nurlar tizimi nazariyasi" umumiy nomi ostida yozilgandi. Gamilton Shredingerning to`lqinli mexanika yaratilish tarixida muhim rol o`ynagan optik-mexanik o`xshashlikning o`rnatilishida xissasi katta.

Dinamikadagi Gamilton usuli Karl Gustav Yakobining (1804 - 1841) "Dinamikadan ma`ruzalar"ida qayta ishlangan va rivojlantirilgan. Yakobi rus akademik Boris Semyonovich Yakobining tug`ishgan akasi bo`lib, o`zi ham Peterburg fanlar Akademiyasining fahriy a`zosi bo`lgan.

Gamilton - Yakobi nazariyasi XX asrda atom mexanikasining masalalarini yechishda keng qo`llanildi. Gamilton operatori, ya`ni, "gamiltonian" zamonaviy kvant mexanikaning asosiy operatorlardan biridir, va shunday qilib, fiziklar

xotirasidan chiqayozgan mexanika va optika nazariyasi hozirgi kunda yana qo`llanilmoqda.

To`lqinli optikaning XIX yuzyillikning birinchi yarmisida rivojlanishi

XIX yuzyillik boshidagi optika tarixidan olingan faktlar fan rivojlanishida ketma-ket va silliq ketayotgan taraqqiy etish o`rniga sakrash va burilishlarga to`la evolyutsiya qonuniyatlarini ochish qiyinroq bo`lishini ko`rsatadi. XVIII asr Nyutonian mexanikasi muvaffaqiyatlari fizikaning barcha sohalariga, shu jumladan, optikaga ham ulkan ta`sir etdi. Gyuygens nazariyasi Lomonosov tomonidan quvvatlanishi hamda nurning to`lqinli nazariyasi Eyler tomonidan himoya qilinishiga qaramay, korpuskulyar nazariya g`alabasi ta`minlandi, Gyuygens tamoyili esa xotiradan chiqarib yuborildi.

XVII asrdayok ochilgan difraksiya va intterferensiya hodisalariga kelsak, ularga XVIII oxiri - XIX boshidagi yetakchi olimlar korpuskulyar nazariya yuzasidan tugallangan tushuntirishlarni olishlariga shubha qilmasdilar. Shuning uchun nur difraksiyasi va interferensiyasiga doir o`tkazgan Yungning dohiyona tajribalari shubha bilan kutib olindi, xatto masharalandi ham, chunki ularda bu hodisalar to`lqinli nazariya nuqtai nazaridan tushuntirilgan edi. Tez orada bu tadqiqotlar Frenel ishlari orqali kuchli quvvatlandilar va yetakchi olimlarning qarshiliklariga hamda qutblanish hodisasi ochilishi sababli kelib chiqqan qiyinchiliklarga qaramay, to`lqinli nazariya g`alaba qildi.

Yung. Tomas Yung 1773 yil 13 yyunida tug`ildi. Ikki yesharligidayok u o`qishni bilib oldi, to`qqiz yoshida lotin va yunon tillarni o`rgandi, 14 yoshga kirganda esa o`nga yaqin tillarni, shu jumladan, qadimgi yahudiy, fors va arab tillarni mukammal bilardi. Bu bilimlar keyinchalik misr iyerogliflarda yozilgan yozuvlarni ochib o`qish ishida asqotadi. Keyinchalik Yung tibbiyotni o`rganadi va 1795 yilda tibbiyot doktori darajasini oladi. Bundan ikki yil muqaddam u fiziologik optikaga doir "Ko`rish jarayoni ustidan kuzatuvlar" ishini bosmadan chiqaradi, unda ko`z akkomodasiya nazariyasi qayta ishlab chiqilgan. So`ng Yung to`lqinli optika muammolari bilan shug`ullangan, 1800 yilda to`lqin superpozitsiyasi tamoyilini ta`riflab, nur interferensiyasi hodisasini tushuntirib beradi. "Interferensiya" atamaning o`zi fanga Yung tomonidan kiritilgandi. Uning asosiy ishi bo`lmish "Tabiiy falsafadan ma`ruzalar" 1807 yilda ikki tomda bosilib chiqdi.

T.Yung

To`lqinli optikadan tashqari fizikada Yung ismi "Yung moduli" deb atalmish elastiklik nazariyasida muhim bo`lgan konstanta bilan hamda ko`z to`rida uchta asosiy ranglarga mos keluvchi uch xil sezgirli to`qima mavjud degan farazga asoslangan rangli ko`rish nazariya bilan bog`liq. Ta`kidlab o`tish joizki, Yung o`zining "Ma`ruzalari"da Lomonosovning "Yorug`lik paydo bo`lish haqida so`z"ini ham tilga oladi. Yung birinchilar qatori fizikaga "energiya" atamani kiritdi.

Yung bilimlari qoyil qolar darajada chuqur va har tomonlama keng bo`lgan. Uning asarlarida mexanika,

optika, akustika, issiqlik, fiziologik optika, texnologiyalar, kemasozlik, astronomiya, navigasiya, geofizika, tibbiyot, filologiya, botanika, zoologiya va hokazolarga doir masalalar ko`rilgan. U "Britaniya ensiklopediyasi" uchun 60 dan ortiq maqolalar yozgan.

Yung musiqaning ajoyib bilimdoni bo`lgan, deyarli barcha musiqa asboblarda chalaolgan, hayvonlarni juda yaxshi bilgan, sirk artisti - dorboz va chavandoz bo`lgan. Yung 1829 yil 10 mayda vafot etgan.

Yung 1801 yilda bosib chiqarilgan "Rang va nurning nazariyasi" deb nomlangan Beker ma`ruzasida nurning to`lqinli nazariyasiga ta`rif beradi. U quyidagi gipotezalarga asoslangan:

"I. Yuqori darajada siyiraklashgan yorug`lik eltuvchi efir butun koinotni to`ldirib turadi.

II. To`lqinsimon harakatlar bu efirda har safar jism yorug`lik tarqata boshlashi bilan qo`zg`ala boshlaydi.

III. Turli ranglar sezilishi yorug`likning to`rpardada hosil qiluvchi turli chastotaga ega tebranishlardan kelib chiqadi.

IV. Barcha material jismlar efir muhitni tortib oladilar, shuning uchun u moddaning ichida to`planadi va ulardan kichik masofada yuqoriroq elastiklik darajada emas, balki yuqoriroq zichlik holatida bo`ladi".

Yorug`likning to`lqinsimon nazariyasini Yung qisqagina qilib quyidagicha ta`riflaydi: "Nurlanayotgan yorug`lik yorug`lik eltuvchi efirning to`lqinsimon harakatlaridan tashkil topgan".

Shunday qilib, Yung tabiatdagi ranglarning barcha boyligini efirning to`lqinsimon harakatiga, ranglarning turfaligini esa shu tebranishlarning turli chastotalariga keltirilgan edi. Yorug`lik tebranishlari efirda turli manbalardan bir-biriga to`sqinlik qilmagan holda tarqaladi, va, agarda ular bitta nuqtada bir xilda yo`nalgan bo`lsa, unda "ularning to`plangan ta`siri shu harakatlar har birining yig`indisidan iborat bo`ladi".

Superpozitsiyaning bu tamoyili 1802 yilda Yungga "sodda va umumiy qonun"ni topishga imkon beradi, bunga binoan "turli yo`nalgan bitta yorug`likning ikkita qismi ko`zga tushgan har bir joyda kuchliroq bo`ladi, agarda yo`llarning ayirmasi qandaydir uzunlikning butun karrali qismini tashkil etsa, va aksincha, interferensiyalanuvchi qismlarining oraliq holatlarida kuchsizroq bo`ladi, va bunda bu uzunlik turli ranglar uchun turlicha bo`ladi".

Ana shunday tarzda optikada interferensiya tamoyili paydo bo`ldi. Bu tamoyilni Yung quyidagi tajribada isbotladi. Deraza pardasidagi kichkinagina teshikdan chiqayotgan quyosh nuri ekranni yoritadi, unda igna uchi bilan biri biridan kichik masofada ikkita teshik qilingan. Ikkala teshikdan konussimon dasta ko`rinishida chiqayotgan yorug`lik (Yung difraksiyani bilgan va 1801 yildagi ishlaridan birida unga ta`rif bergan) ekran ortidagi yorug`lik maydonining qandaydir sohasida kesishgan, qabul qiluvchi ekranda yorqin va qoramtir tasmalar paydo bo`lgan. Teshiklardan biri yopilganda tasmalar yo`qolgan va qabul qiluvchi ekranda boshqa teshikga qarashli difraksion xalqalargina ko`ringan. Tasmalar kengligini o`lchagan Yung o`zining qonunida gavdalangan "qandaydir uzunlik"ni aniqlay olgan. Fizika tarixidagi to`lqin uzunliklarini ilk bor bu aniqlashlaridan qizil

rang uchun uzunligi 0,7 mkm (Yung uzunlikni dyuymlarda o`lchagan) va chetki binafsha rang uchun 0,42 mkm ga teng ekanligi aniqlangan.

Bilishimizcha, to`lqin uzunligining choragiga teng oraliqlarini Nyuton o`zining xalqalar bilan o`tkazgan tajribasida o`lchay olgan, lekin u yorug`lik to`lqini uzunligi tushunchasidan foydalanmagan. Yung ilk bor ongli ravishda yorug`lik to`lqinlari uzunliklarini aniqlagan va bu bilan spektroskopiyaga asos solgan. Tabiiyki, Yung Nyuton xalqalari tajribasiga murojaat qilgan va markazda paydo bo`luvchi qoramtir dog`ni zichroq muhitdan akslanish natijasida kelib chiquvchi tebranishlarning fazalari o`zgarishidan ekanligini to`g`ri tushuntirib bergan. Yung o`zining nazariyasini kronglas linza bilan flintglas plastinka orasiga bir tomchi sassafras moyidan quyib tekshiradi. Bu o`rnatmadan yorug`lik nuri sinish darajasi kamayib borish yo`nalishidagi muhitdan ketma ket o`tdi va markaziy dog` oq bo`lib qoldi.

Yung 1800 yilda Vilyam Gershel kashf qilgan ko`zga ko`rinmas infraqizil ("issiqlik") nurlar ham, 1802 yilda Iogann Ritter va Vollastonlar kashf qilgan ulòrabinafsha ("kimyoviy") nurlar ham mavjudligi ma`lum bo`lgan. Yung lyapis shimdirilgan qog`ozga Nyuton xalqalarini tushirib interferensiya tamoyili ulòrabinafsha nurlar uchun ham haqqoniyligini isbotladi. qog`ozda uchta qoramtir xalqa aniqlandi. Bu ilk bor ulòrabinafsha nurning spektrogrammasi edi.

Aytganimizdek, Yung nazariyasi ishonchsizlik bilan kutib olindi, va Angliyada u katta qarshiliklarga uchradi. To`lqinli nazariya uchun ayniqsa og`ir sinovlar Malyus kashfiyotlari tufayli kutilmoqda edi.

Malyus. Etyenn-Lui Malyus 1775 yil 23 iyunda tug`ilgan. U Mezyer muxandislik maktabida o`qir edi, biroq urush tufayli maktabni tugatolmadi; u armiyaga fortifikasion ishlarga safarbar etildi. Bu yerda uning texnik va tashkilotchilik qobiliyatlari ko`zga tashlandi, va u yaqinda tashkil etilgan Politexnik maktabga o`qishga yuborildi, bu maktabni u 1796 yili tugatdi.

Biroq urush Malyusni qo`yib yubormadi. U Napoleonning Misrga qilgan safarida ishtiroq etadi, u yerdan u Suriyaga yuboriladi, Yaffa ishg`ol etilishida qatnashadi. Shaharda vabo tarqaladi va Malyus kasal va yarador askarlar bilan qolishga buyruq oladi. Tezda uning o`zi ham vabo qasaliga yo`liqadi. Malyus atrofidagi barchalar vafot etadi. "Men yakkayu yolg`iz- kuchsiz, yordamsiz va do`stlarsiz qoldim" deb eslaydi u. Bir oydan ortiq u boshqa kasallanganlar bilan lazaretda yotadi, sog`ayadi va misrlik safarda ishtiroq etishni davom etdiradi. Tinchlik sulhi tuzilgandan so`ng u vataniga qaytib keladi va ilm bilan intensiv shug`ullangan holda harbiy-muxandislik xizmatini davom etdiradi. 1810 yilda u Institut a`zosi, ya`ni, akademik bo`lib oladi. Ammo kasallik va harbiy hayot kechinmalari tufayli zaiflashgan Malyus ustiga ustak sil bilan kasallanadi, va nihoyat, u 1812 yil 24 fevralda vafot etadi.

Malyusning optik tadqiqotlari misrlik yurishdayok boshlangan edi, 1807 yilda u Akademiyaga optikaga doir ikkita memuarni taqdim etadi. Geometrik optikadagi "qandaydir sirtga normal holdagi nur dastasi ixtiyoriy sondagi akslanish va sinishlardan keyin ham shundayligicha qoladi" degan teoremasi unikidir.

1808 yilda Parij fanlar Akademiyasi konkurs masalasi qo`yilishi munosabati bilan u o`z e`tiborini ikki karra nur sinish hodisasiga qaratdi. Bu hodisa yuzasidan

fikr yuritgan Malyus kunlardan bir kuni island shpat kristalli orqali Lyuksemburg saroyi oynalaridan botayotgan quyosh nurlarining akslanishini kuzata turib, tasvirlardan biri yo`qolishini sezib qoladi. qorongulik tushishi bilan u tajribani sham yorug`ligini suvda akslanishini kristall orqali kuzatib, takrorlab ko`radi va tushishning ma`lum burchaklarida tasvirlardan biri yo`qolishini aniqlaydi. Bu hodisani sinchkovlik bilan o`rganib chiqqan Malyus yorug`lik dastasida zarralarning qutblanish xususiyatlariga o`xshash assimetriyani kashf qiladi.

Korpuskulalarning qutblanish xususiyatlari haqidagi g`oya Nyuton tomonidan bildirilgan edi. Malyus bu g`oyani qabul qiladi va optikaga "yorug`likning qutblanishi" atamani kiritadi. U yorug`likning qutblanishi ikki karra akslangan nurlarda kuzatilishini va bu nurlar o`zaro perpendikulyar tekisliklarda qutblanganligini aniqlaydi. Shuningdek, u akslanuvchi sirtga ma`lum burchak ostida tushayotgan yorug`lik qutblanishini ham aniqlaydi.

Bryuster (1781 - 1868) 1815 yilda to`liq qutblanishli bu burchak tenglamaga amal qilinishini aniqlaydi, bu yerda n - akslantiruvchi moddaning sinish koeffitsiyentidir.

1810 yilda Malyus analizatordan o`tayotgan qutblangan nurning intensivligi o`zgarish qonunini ochadi: o`tgan nurning intensivligi nur qutblanish tekisligi bilan tahlil qiluvchi kristallning bosh kesim tekisligi hosil qilgan bo`rchak kosinusi kvadratiga proporsionaldir.

Qutblanishning kashf qilinishi yorug`likning korpuskulyar nazariyasi tarafdorlarini ruhlantirib yubordi. Laplas, yorug`lik korpuskulalarga kristall molekulalarining ikki yoqlama ta`sirini o`rganib, bir o`qli kristallarda qo`shaloq nur sinish nazariyasini yaratdi. U, shuningdek, oddiy nur yo`nalishi hamda optiq o`q hosil qilgan burchak bilan oddiy va g`ayrioddiy nurlar tezligi orasidagi munosabatni chiqardi. Bio Laplas qonunini ikki o`qli kristallarga tadbiq etib umumlashtirdi.

Arago bir o`qli kristallarda xromatik qutblanish hodisasini hamda kvarsda qutblanish tekisligining burilishini ochdi. Bio to`planayotgan nurlarda xromatik qutblanishni avval bir o`qli kristallarda, so`ng ikki o`qli kristallarda topdi (1813 - 1814). 1815 yilda u qutblanish tekisligining burilish qonunlarini ochdi.

Optik hodisalar sohasi nihoyatda kengayib ketdi va barcha yorug`lik hodisalar serqirraligini tushuntirib beruvchi yagona nazariyaga ehtiyoj sezildi. Ana shunday nazariya zamondoshlar uchun ham, va ayniqsa parijlik akademiklar uchun butkul kutilmaganda muxandis Ogyusten Frenel tomonidan yaratildi. Tasodiflik shundan iborat ediki, bu nazariya Malyus kashfiyotlari hamda keyinchalik qutblanish hodisalarning ochilishi bilan butunlay inkor etilgan bo`lib tuyulgan to`lqinli nazariya edi.

Frenel. Ogyusten Jan Frenel 1788 yil 10 mayda Normandiyada arxitektor oilasida tug`iladi. Sog`ligi zaif bo`lgan Frenel arang o`qirdi, biroq o`zining texnik qobiliyatlarini erta namoyish etadi va o`n olti yarim yoshida Politexnik maktabga o`qishga kiradi. U yerdan u ko`prik va yo`llar Maktabiga kiradi, uni bitirgandan so`ng Vandey va Fransiyaning boshqa viloyatlarida yo`llarni solish va ta`mirlash ishlarida xizmat qilib yurdi. O`zida tashkilotchilik qobiliyatlarini sezmagan Frenel o`z ishidan norozi edi va gohida falsafa hamda diniy sohalarda, gohida texnika va

kimyo sohalarida ilmiy mashg`ulotlar bilan shug`ullanib ko`rardi. Nihoyat, Bioning qutblanishga bag`ishlangan risolalarini o`qib qoladi va bu hodisalar bilan qiziqib qolib, optika bilan shug`ullana boshlaydi.

Biroq siyosiy voqealar: Napoleonning qochishi va uning g`alabasi Frenelni iste`foga chiqishga majbur qiladi. 1815 yil aprelidan 1815 yilning dekabrigacha, ya`ni, yangi joyga ishga tayinlanguncha u sabot bilan ilmiy ish bilan shug`ullanadi hamda 1815 yilning 15 oktyabrida fanlar Akademiyasiga o`zining yorug`lik difraksiyasiga doir birinchi risolasini taqdim etadi. Birinchi ish ketidan Frenelga olamshumul shuhratini keltirgan bir qator boshqa ishlar chiqa boshladi. 1823 yilda u fanlar Akademiyasi a`zosi etib saylanadi. Biroq 1824 yildayok Frenel sog`ligi tufayli ilmiy faoliyatdan chekinishga majbur bo`ladi. 1827 yil 14 iyulda u vafot etadi.

O.J.Frenel

Nur difraksiyasiga doir birinchi risolasida, "unda yorituvchan nuqta tomonidan yoritilgan jismlar soyalarida kuzatilayotgan rangli gardishlar hodisasi alohida o`rganiladi", Frenel simdan hosil bo`lgan difraksiyani hamda nurning akslanishi va sinishini to`lqinli nazariya nuqtai nazaridan olib ko`radi. U Nyutoncha yorug`likning korpuskulyar nazariyasi tanqididan boshlaydi. Frenel nur tarqalayotgan muhitda yorug`lik zarralarining o`zaro ta`siri yo`qligini shubhali deb hisoblaydi. Lekin shunga qaramay yorug`lik havoda deyarli o`zgarmas tezlik bilan tarqaladi.

Ranglardagi farqlarni zarralar tezliklari farqi bilan tushuntirib bo`lmaydi, demak, "quyosh spektrida qancha rang va ularning tuslari mavjud bo`lsa, shuncha miqdordagi yorug`lik zarralar turlari mavjuddir" degan taxminni qabul qilish lozim bo`ladi. Undan so`ng "Nozik akslanish yoki nozik o`tishlar hodisalarini Nyuton tizimida deyarli tushuntirib bo`lmaydi" deb yozadi Frenel. U qo`shaloq sinish hodisasi "Nyutonni yangi, ancha g`aroyib gipotezani, ya`ni, yorug`lik zarralari qutblarga egadirlar degan taxminni qabul qilishga majburladi..." deb ko`rsatadi. Ana shunday gipotezalarning mo`lligi Frenelni "tebranishlar nazariyasi Nyuton nazariyasidan a`loroq darajada barcha bu (ya`ni, yorug`lik) hodisalarni tushuntirishda to`g`ri keladi" degan xulosaga keladi.

To`lqinli nazariyasiga qarshi eng kuchli inkorlardan biri - yorug`likning to`g`ri chiziq bo`ylab tarqalishi bo`ldi. "Bu inkor to`liq javob berishga qiyinchilik tug`dirgan yagona inkordir, u meni xira soyalarni o`rganishga majbur etdi" deb yozadi Frenel.

Qoyil qolarli darajada mahorat va to`pag`onlik bilan Frenel yorug`lik difraksiyasiga doir tajribalarni o`tkazadi. U "o`ta qavariq llinza" yordamida yoritadigan ravshan nuqtani hosil qiladi, o`sha linza sifatida "mis varog`idagi kichkinagina teshikchada joylashtirilgan asal sharchasidan foydalandim. Bu sharcha bilan yoritilgan qirralaridan hosil bo`lgan gardishlarini men o`lchayotgan temir sim yoritayotgan nuqtadan xatto bir santimetr masofada bo`lgan holda ham anchagina aniq tasvirlarni berardi". Frenel difraksion tasmalar sim qirralaridan ketayotgan nurlar interferensiyasidan hosil bo`lishini ko`rsatadi: "gardishlar bu nurlar kesishish natijasida hosil bo`ladi". U to`lqinli interferension maydon

tasvirini chizib berdi va "simdan turli masofalarda o`lchalgan bu gardishlarning egni to`g`ri chiziqli ordinata bilan emas, balki abssissalari shu masofalar bo`lgan giperbola ordinatalari bilan farqlanadilar" deb ko`rsatdi.

Qaysidir xatlaridan birida akustikaga doir ayrim masalalarni olib ko`rgan Nyuton iikita bir xil manbadan tarqalib kesishayotgan to`lqin tizimlarini tasvirlaydi. Xuddi shunday tasvirni endi Frenel ham chizadi, faqat unda to`lqin manbalari sifatida to`siqlarning qirralari xizmat qiladi. Frenel aylanish giperboloidlarida joylashgan to`lqinli maydondagi minimum va maksimumlarining stasionar joylashuvlarini aniq ko`radi. Nyuton, garchi "Asoslari"da to`lqinli harakat qarama-qarshi fazada bo`lgan ikkinchisini so`ndirishini bayon etgan bo`lsada, bu tasvirni ko`raolmagan.

Frenel o`zining tajribalarida turli rangdagi to`lqin uzunliklarini $y = \frac{bd}{2c}$ formuladan o`lchayolgan, bunda $y$ – tasma kengligi, $b$ – simdan ekrangacha masofa, $d$ – to`lqin uzunligidir. Interferensiya tamoyili Frenelga akslanish va sinish qonunlarini Snellius - Dekart qonuniga amal qiluvchi yo`nalishlaridan tashqari barcha yo`nalishlarda yorug`lik to`lqinlari bir-birini so`ndirilishi bilan tushuntirib berishga imkon yaratdi. O`zining nazariyasidan Frenel Nyuton xulosasiga qarama-qarshi, ya`ni, "yorug`likning shishadagi tezligi havodagi yorug`likning tezligidan kichik" degan xulosaga keladi.

Mos keluvchi linzalarga ega bo`lmagan Frenel Nyuton xalqalariga doir tajribalarni takrorlayolmagan. Biroq, 1816 yil 15 iyulda fanlar Akademiyasiga taqdim etilgan ikkinchi risolasiga qo`shimchalarida Frenel Nyuton xalqalariga doir tajribani bayon etadi va uni to`lqinli nazariya nuqtai nazaridan sharhlaydi. Shu yerning o`zida u yassi-parallel plastinkalarda interferensiya nazariyasini beradi va hozirda barcha fizika kurslarida keltiriladigan interferensiyalanuvchi nurlar o`tishi ayirmalari formulasini chiqaradi ($d = 2x\cos i$, bunda x – plastinka qalinligi, i – sinish burchagi).

Nihoyat, xuddi shu qo`shimchada u o`zining ko`zgular bilan o`tkazgan va mumtoz bo`lib ketgan tajribasini bayon etadi. Frenel bo` tajriba "bir necha muvaffaqiyatsiz tugallangan tajribalaridan so`nggina" amalga oshira olganini ta`kidlaydi. "Yo`l-yo`lakay aytib o`tmoqchimanki, faqatgina tebranishlar nazariyasi bunday turdagi tajribalarni o`tkazish g`oyasini keltira olardi. Bu tajriba shunchalik qiyinki, faqat sof tasodif bunday tajribani o`tkazishga undagan" deb yozadi u.

"Kimyo va fizika Annallari"ning mart sonida e`lon qilingan ikkinchi risolasida Frenel xotiradan chiqib ketgan, ya`ni, "Eng tabiiy gipoteza shundan iboratki, tushayotgan yorug`lik tomonidan tebranma harakatga keltirilgan jism molekulalari o`zlari yangi to`lqinlar markaziga aylanadilar" deyilgan Gyuygens tamoyilini qayta tiklaydi. Gyuygens tamoyilini interferensiya tamoyili bilan to`ldirgan Frenel geometrik tamoyilni fizik tamoyilga aylantiradi va uning yordamida bir qator difraksion masalalarni muvaffaqiyat bilan xal qiladi.

O`zining birinchi risolasida Frenel interferensiya tamoyiliga noaniq ta`rif beradi, avval ko`rganimizdek, u ilk bor Yung tomonidan shakllantirib berilgan edi, bu haqda Arago Frenelga aytadi. Frenel 1815 yil 23 sentyabrda Aragoga yozgan

xatida ingliz tilini bilmaganligi tufayli bu kitobni o`qimaganligini yozadi. Bir oydan so`ng Frenel Aragoga ma`lum qiladi: "Juda sodda tajriba menga yorug`lik nurlari biri biriga ta`sir etishini, ularning tebranishlari bir-biriga halaqit berganda zaiflashishini va xatto batamom so`nishini, va aksincha, hamohang tebranganda qo`shilishini va o`zaro kuchayishini isbotladi. Difraksiya hodisasini tushuntirilishini men mana shu tamoyilga asoslayman". Frenel Yungdan butkul mustaqil ravishda interferensiya tamoyiliga keladi. Xuddi shu narsani Yung ham kashf qilganini u Aragodan eshitadi.

Fransua Dominik Arago (1786 - 1853) to`lqinli nazariyani rivojlanishi hamda targ`ib etishda katta rol o`ynadi. U 1816 yilda Frenel Parijga kelishiga ko`maklashdi, u yerda Frenel o`n oy davomida difraksiya va interferensiyaga doir bir qator tajribalarni o`tkazdi. 1817 yil boshida Parij fanlar Akademiyasi mukofotlash tanlovi uchun difraksiyaga doir masalani taklif etadi, u quyidagicha ta`riflangan edi:

"1) aniq tajribalar yordamida to`g`ri va akslanganlari, bitta yoki bir necha jism chegarasi yonidan yakka yoki bir vaqtning o`zida qo`shilgan holda o`tadigan, bunda cheklangan yoki cheklanmagan jismlar orasidagi masofalar, shuningdek, nurlar tarqatayotgan yorug`lik manbagacha bo`lgan masofalari e`tiborga olingan holda yorug`lik nurlarda sodir etiladigan barcha effektlarini aniqlash;

2) matematik induksiya yordamida bu tajribalardan jismlar yonidan o`tishlardagi nurlar harakatlari yo`nalishlarini chiqarish".

Masalaning qo`yilishining o`zi mualliflar aynan yorug`likning korpuskulyar nazariyasini nazarda tutganliklariga shubha qoldirmaydi. Ularni difraksiyalovchi jismlar yaqinida yorug`lik zarralarining harakati qiziqtirgani ayon. Yorug`lik korpuskulalari bilan jism molekulalari orasida sodir etiladigan o`zaro ta`sirlashuvlarida ular "u tufayli nurlar egrilanib, turli yo`nalish va intensivlikdagi turli tasmalarga bo`linuvchi nurlar paydo bo`lish fizik jarayonining sirini" ko`rardilar. Frenel tanlovda qatnashishga ikkilanib turdi, biroq do`stlarining ko`ndirishlari va tajribalarda yordamlashib yurgan ukasi Fyulæansning qo`llab-quvvatlashi o`z ta`sirini ko`rsatdi. 1818 yil 20 aprelda u fanlar Akademiyasiga muhrlangan konvertda "Difraksiya nazariyasiga doir xat"ni taqdim etdi.

Bu xatning birinchi paragraflaridayok u yorug`likning emission nazariyasi difraksiya hodisasini tushuntirib berolmasligini ko`rsatadi. Molekulyar o`zaro ta`sirlashuvlar yarim millimetrdek bo`lgan katta masofalarga tarqalmaydilar. Difraksiyalanuvchi jismlar qirralarining massalari hech qanday ahamiyatga ega emaslar: "... Ip va o`tkir pichoq qirralari butkul bir xil gardishlarni hosil qiladilar". Frenel vertikal tomonlaridan biri charhlangan, ikkinchisi aylanma bo`lgan ikkita bir-biriga yaqin joylashtirilgan plastinka orasidan o`tuvchi yorug`lik difraksiyasini bayon etadi. U charhlangan tomonni aylanma tomonga va aksincha joylashtirib ko`rdi va difraksion tasvirda hech qanday o`zgarishlarni sezmadi: yorug`lik tasmalari ikkala plastinka biri-biriga bir xil tomonlari bilan qaratilganidek tekis edi. Bu tajribadan difraksiya hodisalarini emission nazariya nuqtai nazaridan umuman tushuntirib bo`lmasligi kelib chiqadi. "To`lqinli nazariya, menimcha, Gyuygens tamoyili yordamida bu hodisalarni to`liq tushuntirib beraoladi, uni quyidagicha ta`riflash mumkin: har bir nuqtadagi yorug`lik to`lqinining

tebranishlari shu ta`sir etayotgan to`lqinning alohida qismi bilan bir xil momentda yuborilgan va avvalgi holatlaridan birida ko`rilayotgan barcha elementar harakatlari yig`indilaridan iborat".

O`zining hisob-kitobini ekran chetidagi difraksiya hodisasiga tadbiq etib, u "yorug`lik geometrik soya qirrasidan uzoqlashgan sari shu yorug`lik intensivligining davriy o`zgarishlari"ni topadi.

Bio, Arago, Laplas, Gey-Lyussak va Puassonlardan tarkib topgan komissiya mukofotni "Natura simplex et fecunda" ("Tabiat sodda va serhosildir") shiori ostidagi risolaga, ya`ni, konvert ustiga shu shiorni yozib qo`ygan Frenelga topshiradi. Ish muhokama qilinayotganda Arago tomonidan o`qib eshittirilgan komissiya axborotida bayon etilgan quyidagi voqea yuz beradi: "Komissiya a`zolarimizdan biri, ya`ni, janob Puasson muallif ma`lum qilgan integrallaridan ajoyib natijani oldi, unga ko`ra, agarda nurlar soyaga juda kichik bo`rchaklar ostida tushayotgan bo`lgandagina shaffof bo`lmagan yumalok ekran hosil qilgan soya markazi ekran bo`lmaganidek yoritilgan bo`lishi lozimligini topdi. Bu xulosa to`g`ridan-to`g`ri tajribada sinab ko`rildi va kuzatuv hisob-kitob ma`lumotlarini to`laligicha tasdiqladi". Puasson hisoblarini Arago tajribada sinab ko`rdi, shunday qilib Puasson tasdig`i Frenel nazariyasining eng ishonchli isbotiga aylandi.

Aytib o`tish joizki, yumaloq ekran (sharcha) markazidagi yorug`likni 1726 yildan 1747 yilgacha Peterburg fanlar Akademiyasining a`zosi bo`lgan J.N.Delil (1688 - 1768) 1715 yildayok kuzatgan edi.

Frenelning mukofotlangan risolasining kattagina qismi 1819 yildagi "Fizika va kimyo Annallari"da ikkita maqolada bosilib chiqqandi. To`liq u "Parij Akademiyasining asarlari"da bosildi.

Risola "yorug`lik tabiatiga bo`lgan nuqtai nazarlariga ko`ra shu davrga qadar olimlarni ajratadigan" ikki xil tizimlarni ko`rishdan boshlanadi. Bu yerda to`lqinli nazariya foydasiga aytilgan, ya`ni, lotin tildagi "Tabiat sodda va serhosildir" epigrafi bilan ifodalangan falsafiy argument va "tabiat minimal sabablardan maksimal hodisalarni yarataoladi" degan tamoyili qiziqarlidir. Frenel, garchi "bu ajoyib tejamkorlik sabablarining asoslarini ochish juda mushkul bo`lsada", biroq bu "fizikaviy fanlarning umumiy falsafiy tamoyili ... inson aql-idrok kuchini to`g`ri yo`lga yo`naltira oladi" deb ko`rsatadi.

Frenel risolasining konkret materiali juda boy. U difraksiya va interferensiya hodisalariga doir turli hodisalarini o`lchash va tajribalarini bayon etadi. Bunda u doimo emission nazariyasining qoniqarsizligiga, bayon etilayotgan hodisalarni qarama-qarshiliklarsiz va shubhali farazlarsiz tushuntirib beraolmasligiga e`tiborni qaratadi. U to`lqinli nazariya bu hodisalarni to`lqinlar superpozitsiyasi bilan oson tushuntira olishini ko`rsatadi va interferensiyaning asosiy formulasini chiqaradi:

$$A^2 = a^2 + a'^2 + 2aa'\cos(2\pi\frac{c}{\lambda}),$$

bu formula hozirda barcha darsliklarga kiritilgan.

Ko`zgular bilan o`tkazgan interferension tajribadan tashqari Frenel biprizma bilan o`tkazgan tajribasini ham bayon etadi. Bu risolasida u Gyuygens tamoyilining yangi ta`rifini beradi va u ham hozirda barcha darsliklarga kiritilgan zonalar usulini rivojlantiradi. Risola difraksiyaning turli hollari uchun hisob-kitob

jadvallari bilan to`lgan. Muallif yumaloq ekran va yumaloq teshikdan hosil bo`ladigan difraksiyani alohida tahlil qiladi, bunda u o`zining zonalar usulidan foydalanadi. Risola yorug`likning sinishini to`lqinli nazariya nuqtai nazaridan tushuntirilishi bilan tugaydi.

Endi qutblanish va xromatik qutblanish hodisalarini to`lqinli nazariyaga bo`ysundirish qolgan edi. qutblangan nurlarning interferensiyasini o`rganib chiqayotgan Frenel 1816 yildayok to`lqinli nazariya "hozircha qutblanish hodisasini tushuntirib bergani yo`q" deb qayd etadi va bunday tushuntirishni olish uchun u biroz o`zgartirilgan bo`lishi lozim deb qo`shimcha qiladi: "Yorug`likning bu modifikasiyasi yorug`lik to`lqinlarining ko`ndalangligidadir". Lekin yorug`lik to`lqinlarining ko`ndalangligi haqidagi taxmin, Frenel ta`kidlashicha, "elastik suyuqliklar tebranishi tabiati haqidagi tasavvurlariga shunchalik qarshi ediki, men buni uzil-kesil qabul qilgunimcha juda ko`p vaqt o`tib ketdi".

"O`zining taxminlarida ancha jasur" Yung bu g`oyani 1817 yil 12 yanvarda Aragoga yozgan xatida ma`lum qiladi. Biroq, yorug`lik to`lqinlarining ko`ndalangligi haqidagi fikrga Yungdan avval kelgan Frenel buni bosishga shoshilmasdi. Bu gipoteza elastik muhitlar mexanikasi bilan qanday qarama-qarshiliklarga ega ekanini u yaxshi tushunardi. Faqat sinchkovlik bilan o`tkazgan tajribalar, va eng avvalo Arago bilan ikkovi o`rnatgan fakt, ya`ni, dastlab o`zaro perpendikulyar tekisliklarda qutblangan nurlar ularni bir tekislikga keltirilgandan so`ng ham interferensiyalanmaydilar degan fakt yorug`lik to`lqinlarining ko`ndalangligi haqida gipotezani qabul qilishga majbur etdi.

Frenel chiziqiy qutblangan yorug`likda ko`ndalang tebranishlar qutblanish tekisligiga perpendikulyar bo`lgan bitta tekislikda sodir etilishi g`oyasini bildirib, oddiy yorug`likni "turli yo`nalishlarda qutblangan to`lqinlarning yig`indisi, aniqrog`i, ularning tezlik bilan almashuvchi ketma-ketligi" deb ta`riflaydi. Frenel aytishicha, qutblanish amali "bu ko`ndalang harakatlarni hosil qilishda emas, balki ularni ikkita o`zgarmas perpendikulyar yo`nalishlarga yoyish va tashkil etuvchilarini bir-biridan ajratishdan iborat".

Bu dadil gipoteza, u shunchalik dadilki, xatto Frenelning eng yaqin maslakdoshi Arago ham uning ketidan ergashishga yuragi dov bermay chekindi, bu yerda biz fan "biz uchun ravshan narsadan" "tabiatan ravshan narsaga", qabul qilingan an`ana va tasavvurlarga qarshi ketishiga yorqin misollardan birini ko`rayapmiz. Frenel nazariyotchilar oldiga qanday qilib osmon jismlarning harakatiga, shu bilan birga ezilish va kengayishga hech qancha qarshilikni ko`rsatmaydigan o`ta nozik efir siljish deformasiyalariga elastik qarshilik ko`rsataoladi degan yechimi ko`p yillarga cho`zilgan boshqotirma masalani tashladi. Bu xususiyat uni suyuqlik yoki gazga emas, balki qattiq jismga, qattiq bo`lganda ham mutlaqo ezilmaydigan va bo`ylama to`lqinlarni umuman o`tkazmaydigan jismga yaqindir. Biroq, ko`ndalang to`lqinlarning gipotezasi Frenelga yorug`likning akslanish va sinish, shuningdek, qo`shaloq sinish nazariyalarini yaratishga imkon berdi.

1821 yildagi "Fizika va kimyo Annallari"da bosilib chiqqan "Kristallik plastinkalarda qutblanishni hosil qiladigan ranglarni hisoblash haqida" risolasida Frenel o`zining qutblanish nazariyasining asoslarini bayon qiladi. U elastik muhit

zarralarining ko`ndalang tebranish tasvirini chizib beradi. "Ravshanki, nurlarga perpendikulyar bo`lgan bu yangi tebranishlarga tarqalish yo`nalishi bo`ylab sodir etiladigan tebranma harakatlarda qo`llaniladigan mulohaza va hisob-kitoblarni tadbiq etish mumkin" deb yozadi Frenel. Bu esa, qutblangan yorug`likga interferensiya tamoyilini tadbiq etishga va shu yo`l bilan "ko`pgina optik hodisalarni tushuntirishga" imkon beradi.

Xususan, Frenel yorug`lik bitta shaffof muhitdan ikkinchi muhitga o`tishda efir elastikligi o`zgarmasligi, faqat uning zichligi o`zgarishini bilgan holda akslanishdagi yorug`lik qutblanishi nazariyasini yaratadi. Avval u tushish tekisligida qutblangan yorug`likning akslangan intensivligini hisoblaydi, lekin maqolaga qilgan qo`shimchasida tushish tekisligiga perpendikulyar qutblangan yorug`likning akslanish hodisasini ham olib ko`radi.

1822 yil 9 dekabrda fanlar Akademiyasiga taqdim etilgan qo`shaloq sinishga doir risolasida Frenel yangi qutblagichli asbob - hozirda "Frenel parallelepipedi" nomi ostida tanish bo`lgan shishali parallelepiped haqida bayon qiladi. Bu asbobda avvaldan qutblangan yorug`lik "ketma-ket, ikkita qarama-qarshi tomonlarida maksimal tushish burchagi taxminan 50  va boshlang`ich qutblanish tekislikga 45 og`gan to`liq ichki akslanish ikki marta sodir etiladi. Bunda shishali parallelepipeddan chiqayotgan yorug`lik "batamom qutblanmagandek bo`lib tuyuladi"... Frenel aslida bu yorug`likni "bir xil yo`ldan ketayotgan, lekin perpendikulyar yo`nalishlarda qutblangan hamda o`zining yurishida to`lqin uzunligining choragiga farqlanuvchi ikkita dastadan iborat deb qaralmog`i lozim" deb aniqlaydi. Bunday yorug`likni Frenel doira bo`ylab qutblangan, qutblanishning o`zini esa, aylanma (sirkulyar) qutblanish deb nomlaydi. "To`g`ri chiziqli va aylanma qutblanish orasida juda ko`p oraliq turli qutblangan darajalari mavjud, ular bu ikkala qutblanishning xarakterli xususiyatlariga ega va ana shu nazariy fikrlardan kelib chiqqan holda ularga elliptik qutblanish deb nom berish mumkin".

Shunday qilib, Frenel to`lqinli nazariya tilida qutblanish hodisasini to`liq tushuntirib berdi va u kiritgan tushunchalar o`z ahamiyatini hanuzgacha saqlab kelmoqda. U hozirda ham qo`llanilayotgan yorug`lik qutblanishini tajribada aniqlash usullarini ko`rsatib berdi. O`zining tajribalariga u aylana bo`ylab qutblangan nurlarni qarama-qarshi tomonlarga ajratishning nafis usulini qo`shdi. Bioning ikki xil kvars (u davrdagi atamada tog` billuri) mavjudligi kuzatuvlaridan foydalanib u uch qismdan, ya`ni, kirish va chiqishda bir turi, oraliqdagisi esa boshqa turidan iborat prizmani tuzdi, bunda bittasi qutblanish tekisligini o`ng tomonga, ikkinchisi esa chap tomonga buradi. Aylana bo`ylab chapga va o`ngga qutblangan yorug`likning tarqalish tezliklari kvarsning turli xilida turli bo`lishini taxmin qilib, u chiziqli qutblangan nur bunday tuzilma prizmadan o`tishda aylana bo`ylab ikkita qutblangan nurga taqsimlanishini aniqladi. Ular chiqish prizmadan qarama-qarshi tomonlarga og`gan holda chiqib ketadi. "... Bu usul bilan ikkita tasvirning ancha sezilarli bo`linishini olamiz, prizmalar sonini ko`paytirgan holda tasvirlar sonini ham ko`paytirish mumkin" deb yozadi Frenel.

1823 yil 7 yanvarda Frenel fanlar Akademiyasiga "Akslanishdan yorug`likning qutblanishi modifikasiyalari qonuni haqida risola"ni taqdim etadi. Bu yerda u tushish tekisligida hamda tushish tekisligiga perpendikulyar tekislikda

qutblangan yorug`likning akslanish formulalarini mexanik asoslanishini beradi. Agarda yorug`likning tushish tekisligi bilan qutblanish tekisligi α burchakni tashkil etsa va tebranishlar amplitudasi 1 teng bo`lsa, unda tushish tekisligidagi tashkil etuvchining amplitudasi sin $\alpha$, tushish tekislikga perpendikulyar tekislikdagi tashkil etuvchi amplitudasi esa cos $\alpha$ bo`ladi.

Akslangan yorug`lik tashkil etuvchilarining amplitudalari:

$$-\sin\alpha\frac{tg(i-i')}{tg(i+i')} \quad \text{va} \quad -\cos\alpha\frac{\sin(i-i')}{\sin(i+i')},$$

bo`ladi, bu yerda $i$ – tushish burchagi, $i'$ – sinish burchagi. Tushish va sinish burchaklari Frenel bo`yicha

$$\sin i:\sin i'=\frac{1}{\sqrt{d}}:\frac{1}{\sqrt{d'}}$$

munosabat bilan bog`langan, bu yerda d – birinchi muhit zichligi, d' – ikkinchi muhitning zichligi, efirning elastikligini esa Frenel ikkala muhitda teng deb oladi.

O`zining formulalaridan Frenel Malyus - Bryuster qonunini chiqaradi. U o`zining formulalarini tirik kuchlar saqlanish qonuni va ajratish chegaraga parallel bo`lgan harakatlar ikkala to`lqinda tengligi gipotezasi bilan asoslaydi. Frenel formulalaridan akslangan va singan to`lqinlarda qutblanish tekisligining burilishi kelib chiqadi. qiziqarlisi shundaki, Frenel o`zining formulalarini to`liq akslanish holga ham tadbiq etadi, uning uchun u mavhum kattaliklarni kiritadi, unda maksimaldan katta burchaklar uchun sin i' birdan katta, cos i' esa mavhum bo`lib qoladi. Bunda Frenel chegaraviy burchaklargacha haqiqiy bo`lgan formulalar "uzluksizligining umumiy qonuniga binoan" bu chegaradan o`tgandan so`ng ham haqiqiy bo`lib qoladi, biroq "qiyinchilik shundan iboratki, ularni qanday sharhlash mumkin hamda bu mavhum ifodalarda tahlil nimani anglatishini bilish lozim bo`ladi". Frenel mavhum ifoda nimani anglatishini topadi: u akslangan to`lqinda faza o`zgarishini bildiradi. Ikkala komponentada turli kattalikdagi sakrashlar ro`y berar ekan.

Shunday qisqa vaqt ichida Frenel shuncha ko`p ishlarni qilganligi insonni hayratga soladi. Umuman olganda, u butkul to`laligicha mumtoz to`lqinli optikani yaratgan edi. Yuqorida bayon etilgan natijalarga 1821 - 1822 yillarda nurning qo`shaloq sinishiga doir ishlarida rivojlantirilgan bir va ikki o`qli kristallarda yorug`likning tarqalish nazariyasini ham qo`shib qo`yish mumkin. Frenel bir o`qli kristallarda to`lqinlarning tarqalishi haqidagi Gyuygens g`oyalarini rivojlantirdi. Gyuygens g`oyalarini u yuqori baholab, Nyuton optikasidagi barcha kashfiyotlardan ustun qo`ygan edi va Gyuygens kashfiyotini "balkim, yorug`lik hodisalari sohasida Nyuton qilgan barcha kashfiyotlaridan ham qilish mushkulroq" deb ta`kidlagan. Shubhasizki, bu ta`kidda Frenel o`zining barcha optikaga doir ishlarida emission nazariyaga qarshi olib borgan kurashi akslangandir.

Kristallarda yorug`likning tarqalishini bayon etish uchun Frenel ajoyib tuzilmani, ya`ni, Frenelning elastiklik ellipsoidini kiritadi. U anizotrop kristallik muhitda har doim uchta to`g`ri burchakli elastiklik o`qlari mavjudligini aniqladi. U anizotrop muhit uchun elastiklik va to`lqinlar tarqalishining turli yo`nalishlaridagi tezliklari o`zgarishlari qonunlarini beruvchi elastiklik ellipsoidini yaratadi. Bu

ellipsoid aylanalar bo`ylab kesib o`tuvchi ikkita diametral tekislikga ega. Aylanalarga parallel tekislikda tarqaluvchi to`lqinlar uchun, tebranishlarning tarqalish yo`nalishlaridan qat`iy nazar, bir xil tarqalish tezligi mavjud bo`ladi. Bu yo`nalishlarni Frenel optik o`qlar deb nomladi va anizotrop muhitlarda ikkitadan ortiq optik o`q bo`lmasligini ko`rsatdi. Bir o`qli kristallarda elastiklik sirti burilish sirtiga aylanadi.

Shunday qilib, Frenel kristallooptikaga asos soladi. U taklif qilgan usul qanchalik serhosil bo`lib chiqqanini shundan bilish mumkinki, 1832 yilda Gamilòon uning nazariyasidan ikki o`qli kristallarda nozik hodisa - konussimon refraksiya mavjudligini xulosa chiqaradi. Agar bunday kristallarda yorug`lik dastasi optik o`q yo`nalishida ketsa, u kristalli plastinkadan ichi bo`sh bo`lgan yorug`lik konus ko`rinishida chiqadi (tashqi konussimon refraksiya). Kristall ichidagi konussimon dasta parallel silindrik dasta bo`lib chiqadi. Bu hodisani nazariya yordamisiz, empirik aniqlab bo`lmaydi. Lloyd buni xuddi o`sha, 1832 yili Frenel - Gamilòon nazariyasidan foydalangan holda tajribada kashf qiladi. Bu kashfiyot yorug`likni to`lqinli nazariyasining ajoyib g`alabasi edi.

Fizika tarixida 1818 yilda "Kimyo va fizika Annallari"da bosilib chiqqan Frenelning optik hodisalarga Yer harakati ta`siri masalasiga doir Aragoga yozgan xati muhim rol o`ynadi. Arago bu hodisani to`g`ridan-to`g`ri va prizma orqali kuzatilayotgan yulduzning zenit masofalari ayirmalarini aniqlash yo`li bilan topmoqchi bo`ldi. Arago bu ta`sirni topaolmadi. Bu narsa Frenelga to`lqinli nazariya asosida sindiruvchi muhitda yorug`lik tarqalishiga Yer harakati ta`siri masalasini ko`rib chiqishga sabab bo`ldi. Frenel "to`lqin tarqalish tezligi uni nurlantirayotgan jismning harakatiga bog`lik emas"ligini biladi. U Arago olgan natijani "efir Yer shari ichidan to`sqinsiz, erkin o`tib ketsa va bu nozik suyuqlikga berilgan tezlik Yer tezligining juda kichik qismini, masalan, yuzdan bir qismini tashkil etadi" deb taxmin qilinsagina tushuntirish mumkin bo`ladi.

Efirning qisman ergashish o`sha gipotezasi Frenelga nima uchun "yorug`lik nurlarining yo`nalishi Yer harakatiga nisbatan o`zgarishi bilan qo`rinma refraksiya o`zgarmasligini" tushuntirib berdi, buni Arago, keyinchalik Eyri (1801 - 1892) aniqlashgan edi. Bunda Frenel efirdagi va sindiruvchi muhitdagi to`lqin uzunliklarining kvadratlari bu ikkala muhitning zichliklari nisbatlari munosabatida bo`ladi deb taxmin qiladi:

$$d^2 : d'^2 = \Delta' : \Delta .$$

Bundan ergashish koeffitsiyenti kelib chiqadi:

$$k = 1 - \frac{d^2}{d'^2} = 1 - \frac{1}{\mu^2},$$

bu yerda μ - muhitning sinish ko`rsatkichi.

Frenel, agar teleskop quvuri suv bilan to`ldirilsa, aberrasiya effekti o`zgarmasligini ko`rsatadi, buni Eyri 1871 yilda tajribada isbotlaydi. Bu tajriba g`oyasi Boshkovichga taalluklidir. Ergashish koeffitsiyentining formulasi esa 1851 yilda Fizo tomonidan tasdiqlandi, 1886 yilda bu tajribani Maykelñon bilan Morli, 1914 yilda esa Zeemanlar takrorlashadi. Frenel tomonidan optikada olingan eng muhim natijalar ana shulardan iborat. Shuni qo`shib o`tish joizki, Frenel faqat

nazariy tadqiqotlar bilan cheklanib qolmagan, ularni tajriba bilan aralashtirib turishga harakat qilgan. Masalan, u ixtiro qilgan mayoqlarni yoritish tizimi butun dunyoga tanildi, unda muhim tashkiliy qismi u ixtiro qilgan va 1822 yil 29 iyulda fanlar Akademiyasiga taqdim etilgan risolada bayon etilgan pog`onali linzadir.

Fraungofer. Nemis optik Yozef Fraungofer (1787 - 1826) Frenel zamondoshi bo`lgan. Bavariyalik qashshoq shishasoz o`g`li, u otasi bilan shishasozlik ishlarida ishlab o`z mehnat yo`lini erta boshlagan. Fraungofer 14 yoshigacha savodsiz bo`lgan. 12 yoshida butkul yetim qolib, ko`zgu hamda shishasozlik ustaxonasiga shog`ird etib tayinlanadi. U ikkita eskirgan imorat, shular jumlasidan ustaxona joylashgan uy ham qulaganda halokatga uchraydi, yashovchilar tom tagida ko`milib ketadilar. Ko`milganlarning barchasi olamdan o`tadi, faqat o`n to`rt yashar Fraungofer og`ir ahvolda qutqarib qolinadi. Biroq, bu voqea Fraungofer uchun hush oqibatni ham olib keladi. Halokatni o`z ko`zi bilan ko`rgan bankir Utsshneyder Fraungoferga homiylik qila boshlaydi, va u ustaxonada ishlashni davom etgan holda yakshanba kunlari maktabga qatnayoladigan bo`ldi. Sabot-matonatli mehnat natijasida Fraungofer yaxshigina optik shishasoz ustaga aylandi va 1806 yili Utsshneyder uni Reyxenbax, Utsshneyder va Libgerrlar firmasiga qarashli Optik-mexanika institutiga ishga joylab qo`yadi.

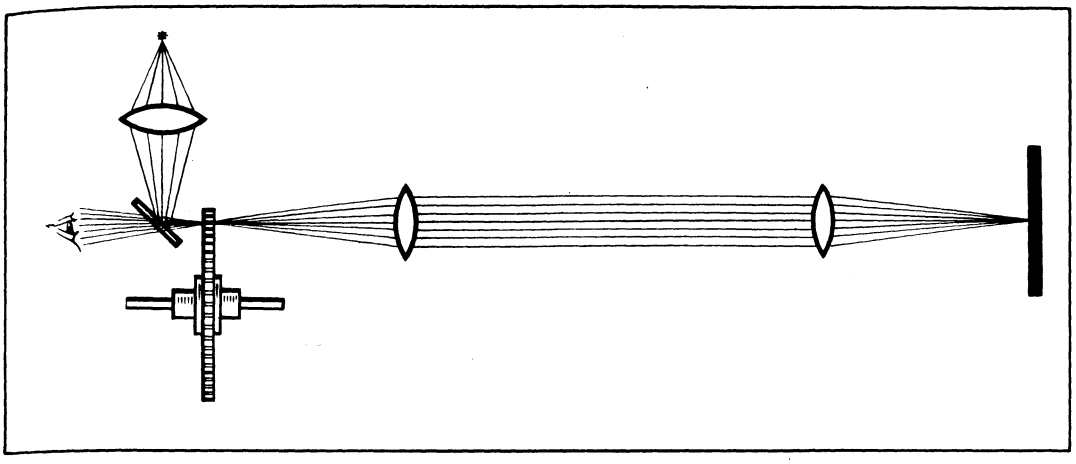
Qobiliyati va o`z ishida erishgan yuqori mahorati Fraungoferga tezda o`z sohasida tanilishiga, yuqori mansablarga erishishiga olib keladi. Bir yildan so`ng, 1807 yili u institutning optik ustasi darajasiga ko`tariladi, ikki yildan so`ng firmada hamkor egalaridan biriga aylanadi, yana ikki yildan so`ng butun bavariyalik optik sanoat boshida turadi. U tashkil etgan "Utsshneyder va Fraungofer" optik firma birinchi darajali optik asboblarni ishlab chiqarib, butun dunyoga taniladi. Shunday qilib Fraungofer qashshoq savodsiz yetim, shishasoz hunarmand shog`irdidan dunyoga tanilgan optik firma egasi, professor va akademikgacha hayot yo`lini bosib o`tdi.

Optikada qilgan ikkita kashfiyoti Fraungofer nomini abadiylashtirdi. 1802 yilda Vollaston quyosh spektrida yettita qoramtir chiziqni kuzatgan. U ularni alohida rangli sohalarning chegaralari deb hisoblagan va batafsil o`rganib chiqmagan. Faqatgina Fraungofer bu hodisani birma-bir o`rganib chiqib (1814 - 1815) va 1817 yilda bayon etib bergandan so`nggina fizikada hanuzgacha saqlanib qolgan "fraungofer chiziqlari" atamasi paydo bo`ldi. Fraungofer katta miqdorda qoramtir chiziqlarni qayd etdi va ularning eng muhimlarini harflar bilan belgiladi.

Fraungoferning ikkinchi fundamental kashfiyoti parallel nurlarda difraksiya va u ixtiro qilgan difraksion panjara bo`ldi. To`lqinlar nuqtai nazaridan panjara nazariyasi Fraungofer vafotidan to`qqiz yil o`tgandan so`ng, 1835 yilda bosilib chiqqan Shverdning (1792 - 1871) "To`lqinli nazariya fundamental qonunlaridan analitik chiqarilgan difraksiya hodisalari" nomli monografiyasida berilgan edi. Shunday qilib, Fraungofer Nyutondan so`ng spektroskopiyani rivojlantirishida yangi muhim qadam qo`ydi va Kirxgof hamda Bunzenlarning kashfiyoti uchun zamin yaratdi.

Yorug`lik tezligi. XIX yuzyillikning birinchi yarmisidagi optikaning muvaffaqiyatlari yuqorida bayon etilganlari bilan cheklanib kolmagan. Tajriba

o`tkazish texnikaning takomillashuvi Galiley qo`ygan masalani, ya`ni, to`g`ridan-to`g`ri usullar bilan yorug`lik tezligini chamalashni hal etishga imkon yaratdi. Masala asr o`rtalarida deyarli bir vaqtning o`zida ikkita fransuz fizik Ippolit Fizo (1819 - 1896) hamda Leon Fukolar (1819 - 1868) tomonidan hal etildi. Fizo Galiley g`oyasini texnik jihatdan qayta ishladi. Yorug`lik manbadan kelayotgan nur oqimining uzilishini u avtomatik, ya`ni, tishli g`ildirakni aylantirish yo`li bilan amalga oshirdi.



Fizo usulida yorug`lik tezligini o`lchashga doir tajribaning chizmasi

Yorug`lik dastasi tishlar orasidagi oraliqdan o`tib qandaydir masofaga tarqaladi (Fizo tajribasida taxminan 9 km), ko`zgudan akslanadi va orqaga qaytadi. Agar g`ildirak qo`zg`almas bo`lsa, nur xuddi shu oraliqdan o`tadi va kuzatuvchi ko`ziga tushadi. Agar g`ildirak aylanayotgan bo`lsa, aylanish tezligiga qarab, akslangan dasta yoki tishga, yoki keyingi oraliqqa tushadi.

G`ildirakning tezligini o`zgartirgan holda uning aylanish sonini o`lchash yo`li bilan yorug`likning ikkita o`tish orasidagi vaqt oralig`ini hamda yorug`lik tezligini aniqlash mumkin.

Fizo o`z tajribasini 1849 yilda o`tkazib, yorug`lik tezligi uchun 313000 km/s qiymatini oldi.

Fuko o`rnatmasida aylanuvchi ko`zgu usulidan foydalanilgan. Bu usulning xususiyati havodagi va suvdagi yorug`likning tezliklarini taqqoslash imkoni mavjudligidan iborat. 1850 yilda o`tkazilgan ilk bor kuzatuvlar suvdagi yorug`lik tezligi havodagi tezligidan kichik ekanini ko`rsatdi. U vaaqtda bu natijaga to`lqinli nazariya foydasiga hal qiluvchi argument deb qaralgan edi, shuning uchun XIX asrning birinchi yarmisi Gyuygens - Frenel to`lqinli nazariyasining qat`iy g`alabasi bilan yaqunlandi. Korpuskulyar nazariya zahiraga topshirildi. Biroq yarim asr o`tgandan so`ng uning g`oyalari fiziklarning e`tiborini yana tortdi.

Elektrodinamikani yuzaga kelishi va uning Maksvellgacha rivojlanishi

Elektr ta`sirlanishining sonli bog`lanish qonuni bilan yakunlangan elektrostatikaning yutuqlari elektr xaqida fanning keyingi rivojlanish yo`lini: elektrostatika soxasida eksperimental faktlarning to`planishi, elektrostatik mashinalar va elektrometrlarning takomillanishi, elektrostatik va magnitostatik ta`sirlanishning matematik nazariyasining yaratilishi - nazarda tutgandek belgilab

bergan edi. Rostdan xam, bularning xammasi bo`lib o`tdi: yangi faktlar to`planildi, asboblar va uskunalar takomillashtirildi, sezgir elektroskoplar paydo bo`ldi, xususan, kondensator bilan moslangan Voltaning somonchali elektroskopi (1782), oltin yaproqchali Bennetning elektroskopi (1787). Volta elektr miqdori, sig`im va kuchlanish orasidagi bog`lanishni topdi. "Kuchlanish" atamasi ostida u "o`zida bor elektrdan o`zga jismga o`tkazish bilan xalos bo`lmoq uchun elektrlangan jismning har bir nuqtasi bilan ta`sir etadigan kuchlanishni, umuman olganda, bu kuchlanishga tortishish, itarishish va hakozo, va jumladan, elektrometrdagi yaproqchalarning ajralish darajasi ham kirishi mumkin" deb tushunadi.

Fiziklar keyinchalik fanga "kuchlanish"dek muhim tushunchani kiritgan Voltaning xizmatini inobatga olib, elektr kuchlanish birligini volt deb nomladilar.

Volta 1775 yili o`zining elektroforini ixtiro qilib, yangi tamoyilga asoslangan elektr mashinani yaratishga zamin tayyorladi. Bu asbob hanuzgacha maktabdagi fizika xonalarining ajralmas uskunasi sifatida gavdalanadi. Elektrofor mashinalar XIX asrning o`rtalarida paydo bo`ldi.

Elektrostatikaning matematik nazariyasi Puasson, Grin, Gauss va boshqa olimlar tomonidan muvaffaqiyatli qayta ishlanardi. Biroq, XVIII asr oxirida hech kim bashorat etaolmagan bitmas-tuganmas ilmiy, texnik va umumiy madaniy oqibatlarga olib kelgan elektrga doir fanda inqilobiy to`ntarish sodir etildi. Gap elektr toki haqida ketayapti. Bu kashfiyot tasodifan bo`lib o`tdi, biroq u elektrga doir fanning avvalgi butun taraqqiyoti davomida tayyorlanib kelingan edi.

Elektrning fiziologik ta`siri, skat baliqning elektr xususiyati kashf qilinishi shifokor va fiziologlarni qiziqtirib qoldi. Tabiiyki, elektr va magnetizm tibbiyot amaliyotida foydali bo`lib qolishini kutish mumkin edi, va italiyan shifokor Luidji Galvanida elektr mashina mavjud bo`lishi u davrning ruhiga mos kelardi.

Galvani. Luidji Galvani 1737 yil 9 sentyabrda Bolonÿda tugilgan. U avvaliga dinshunoslikni, so`ngra meditsina, fiziologiya va anatomiyani o`rgandi. 1762 yili u Bolonÿ universitetining meditsina o`qituvchisi lavozimini egalladi.

1791 yilda bosilib chiqqan "Mushak harakatidagi elektr kuchlari haqida risola"sida Galvani qilgan mashhur kashfiyoti haqida bayon etilgan edi.

Bir necha yil o`tgandan so`ng general Bonapartning qo`shinlari Italiyani, va shu jumladan Bolonÿni ham bosib oladilar, oqibatda Sizalïin respublikasi tashkil etildi. Barcha davlat xizmatchilari respublikaga sodiqlikda qasamyod qilishlari shart bo`lgan. Galvani bundan bosh tortadi va 1797 yili uni iste`foga chiqarib yuborishadi. Uning xizmatlari hurmati yuzasidan hukumat uni lavozimida tikladi, lekin kech bo`lgan edi. Boshiga yog`ilgan ko`p musibatlar (u avval ayolidan, keyin akasidan ayriladi) oqibatida u o`ziga kelolmadi va 1798 yil 4 dekabrda o`z hayot yo`lini tugatadi.

U qilgan kashfiyot minnatdor insoniyatning xotirasida abadiy saqlanib qoldi. Galvani kashf qilgan hodisalarni esa o`zoq vaqtgacha darslik va ilmiy maqolalarda Galvanizm deb nomlanib kelindi. Bu atama hanuzgacha ayrim apparat va jarayonlarning nomlarida saqlanmoqda. O`zining kashfiyoti haqida Galvani quyidagicha bayon etadi:

"Men qurbaqani kesib preparatlayotgan edim... va, umuman boshqa narsani nazarda tutgan holda elektr mashina o`rnatilgan, lekin uning konduktoridan

batamom uzilgan va yetarlicha uzoq masofada stol ustiga joylashtirdim... Yordamchilarimdan biri qurbaqaning ichki son asablariga maxsus pichoqcha bilan tasodifan yengilgina teginib ketgan zahotiyok oyoq-qo`llarining mushaklari juda kuchli tonik changak tortgandek taranglasha boshladi. Elektrga doir tajribalarda ko`maklashib yurgan ikkinchi yordamchimga bu narsalar mashina konduktoridan uchqunlar chiqayotganda sodir etilayotgandek tuyuldi. Garchi men umuman boshqa narsani nazarda tutgan va o`z fikrlarim bilan band bo`lsamda, u ro`y bergan yangi narsadan hayratga tushgancha, o`sha zahotiyok mening e`tiborimni bunga qaratdi. Unda men aqlga sig`maydigan zo`r ishtiyoq bilan bu hodisani tadqiq etishga va undagi yashirin narsani oydinlashtirishga kirishdim".

Aniqlikda klassik bo`lib ketgan bu bayon tarixiy ishlarda qayta-qayta takrorlangan va ko`p sonli izohlarni keltirib chiqargan. Galvani bu hodisani birinchi bo`lib u emas, balki uning ikkita yordamchilari sezishganini vijdonan tan oladi. "Ishtiroq etayotganlardan biri", mushaklar tortishishi mashinadan uchqun o`tganda sodir etilishini ko`rsatganlardan biri bu uning ayoli Lyuchiya bo`lgan deb hisoblanadi. Galvani o`z fikrlari bilan band bo`lgan, bu vaqtda kimdir mashina dastagini aylantira boshlagan, kimdir preparatga maxsus pichoqcha bilan "engilgina" teginib ketgan, kimdir mushaklar tortishishi uchqun o`tganda sodir etilishini payqagan. Bu buyuk kashfiyot tasodiflarning ana shunday zanjirida (barcha ishtiroq etganlar o`zaro kelishib olgan degan gumondan holi) tug`iladi. Galvani o`z fikrlaridan chalg`idi va "ishtiroq etayotganlardan biri uchqun chiqarayotgan paytda o`zi goh u, goh bu sonning asabiga pichoqcha uchi bilan tegina boshladi. Favqulotda hodisa xuddi shunday sodir etilardi".

Ko`rib turganimizdek, hodisa juda murakkab bo`lib, uchta komponenta, ya`ni, elektr mashina, pichoqcha, qurbaqa oyog`ining preparati ishtiroq etayotgandi. Bu yerda nima narsa muhimroq? Agar komponentalaridan biri bo`lmasa, nima sodir bo`ladi? Uchqun, pichoqcha, qurbaqaning roli nimadan iborat? Galvani mana shu barcha savollarga javob olishni istaydi. U ko`psonli tajribalarni, shu jumladan, ko`chada, momaqaldiroq vaqtida ham o`tkazadi. "Va, ayrim hollarda uyimizni o`rab turgan temir panjaraga orqa miyasidan o`tkazilgan mis ilgaklar yordamida osib qo`yilgan preparatlangan qo`rbaqalar nafaqat momaqaldiroq paytda, balki musaffo va yorqin osmonda ham talvasaga tushishlarini payqab, men bu tortishishlar atmosferadagi elektrda sodir etilayotgan o`zgarishlar tufayli bo`lsa kerak deb o`yladim". Shundan so`ng Galvani bu tortishishlarni behuda kutganini bayon qiladi. "Bekor kutishlardan charchab, nihoyat men orqa miyaga sanchilgan mis ilgaklarni temir panjaraga eza boshladim", ana shunda u kutayotgan "atmosfera va elektr holatida" hech qanday o`zgarishlarsiz tortishishlar sodir etilayotganini topdi.

Galvani tajribani xonaga ko`chirdi, qurbaqani temir plastinka ustiga joyladi va unga orqa miyadan o`tkazilgan ilgakni temirga tekkiza boshladi, darhol mushaklar tortishishlari paydo bo`ldi. Mana shu hal qiluvchi kashfiyot edi.

Galvani uning oldida qandaydir yangi narsa ochilganini tushunib qoldi va bu hodisani yaxshilab o`rganib chiqish ishtiyoqi paydo bo`ldi. Bunday hollarda "tadqiqotda yanglishib ketish oson va o`zimiz ko`rmoqchi va topmoqchi bo`lgan narsalarimizni ko`rgan va topgan deb hisoblashimiz mumkin"ligini, shu paytda

aynan atmosfera elektrini fahmlagandi. U preparatni "yopiq xonaga ko`chirdi, temir plastinka ustiga joylashtirdi va orqa miyadan o`tkazilgan ilgakni unga tekkiza boshladi". Bunda "xuddi shunday tortishishlar, xuddi shunday harakatlar paydo bo`ldi". Shunday qilib, elektr mashina yo`q, atmosferadagi elektrsizlanish ham yo`q, biroq, effekt avvalgidek kuzatilayapti. "Albatta, bunday natija bizni ko`p ajablantirdi, va bizda jonivorda o`ziga xos elektr mavjudligi haqida gumon tug`ila boshlandi" deb yozadi Galvani. Bunday "gumon"ning haqqoniyligini tekshirish uchun Galvani bir qator tajribalarni, shu jumladan, juda ajoyib ko`rgazmali tajribani ham o`tkazadi: kumush plastinkaga tegib turadigan oyoqcha osib qo`yiladi, u tortishib yuqoriga ko`tariladi, so`ng tushadi, yana tortishadi va hokazo. "Shunday qilib, buni kuzatayotganni lol qoldirarli darajada, qandaydir elektr mayatnik bilan raqobatlashgandek bo`lib tuyuladi".

Galvanining gumoni ishonchga aylandi: uning nazarida qurbaqaning oyog`i leyden banka kabi "jonivorli elektr" tashuvchisi bo`lib gavdalandi. "Bu kashfiyot va kuzatuvlardan so`ng menga zudlik bilan bunday ikki xil va qarama-qarshi ko`rinishdagi elektr jonivor preparatining o`zida joylashgandir degan xulosa chiqarish mumkin bo`lib tuyuldi". U musbat elektr asab tolasida, manfiysi esa mushakda joylashganini ko`rsatdi.

Fiziolog Galvani "jonivorli elektr" mavjudligi haqida xulosaga kelishi butunlay tabiiy edi. Butun tajribalarning sharoiti bu xulosani qabul qilishga undardi. Biroq, avvaliga "jonivorli elektr" mavjudligiga ishongan fizik tezda bu hodisaning asl fizikaviy sabablari haqida qarama-qarshi fikrga keladi. Bu fizik Galvanining mashhur vatandoshi Alessandro Volta edi.

Volta. Alessandro Volta 1745 yil 18 fevralda Milanga yaqin, Komo ko`li atrofida joylashgan kichik italÿn Komo shaharchasida tug`iladi. Unda elektr hodisalarni o`rganishga ishtiyoq erta uyg`onadi. 1769 yili u leyden bankasi haqida, ikki yildan so`ng elektr mashina haqida ishlarni bosmadan chiqaradi. 1774 yili Volta Komodagi maktabida fizika o`qituvchisi bo`lib oladi, elektroforni, undan so`ng evdiometr va boshqa asboblarni ixtiro qiladi. 1777 yili u Paviyada fizika professori bo`ladi. 1783 yili u kondensator bilan moslashgan elektroskopni ixtiro qiladi, 1792 yildan esa "jonivorli elektr" bilan zo`r berib shug`ullanadi. Bu mashg`ulotlar ilk bor Galvanik element ixtiro qilinishiga olib keldi.

A.Volta

1800 yili u ilk bor elektr toki generatori - Volt ustunini yaratdi. Bu ixtiro unga olamshumul shuhratni keltirdi. U Parij va boshqa akademiyalar a`zosi etib saylandi, Napoleon uni Italÿn qirollikning grafi va senatori etib tayinladi. Lekin fanda Volta o`zining buyuk kashfiyotidan so`ng hech qanday arziydigan ish qilmadi. 1819 yilda u professurani tark etdi va o`zining jonajon Komo shahrida yashadi, 1827 yil 5 martda (Laplas bilan bir kunda, Frenel bilan bir yilda) o`sha yerda vafot etdi.

1792 yilda "jonivorli elektr"ga doir ishlarini boshlagan Volta Galvani nuqtai nazarini to`laligicha qabul qilib, uning tajribalarini takrorlaydi va rivojlantiradi. Lekin 1792 yil 3 aprelda Milandan yuborgan dastlabki xatlaridan birida u qurbaqaning mushaklari elektrga juda sezuvchanligini

ko`rsatadi: ular xatto barchasidan ham sezgirli bo`lgan Bennet elektroskopi (oltin yoki kumushning o`ta yupqa ikkita yaproqchalaridan yig`ilgan) orqali bilinmaydigan "lol qoldiradigan darajada kichik elektrdan ta`sirlanadilar". Bu yerda Volta "preparatlangan qurbaqa boshqa eng sezgir elektrometrdan ham taqqoslab bo`lmas darajada sezgirroq jonivorli elektrometrga misol bo`laoladi" deb ta`kidlaydi.

Volta uzoq davom etgan bir qator tajribalar natijasida mushaklar qisqarishining sabablari "jonivorli elektr" emas, balki turli jinsli metallarning kontakti bo`lishi kerak degan xulosaga keladi. "Bu elektr toki yuzaga kelishining, u qanday bo`lishidan qat`iy nazar, birlamchi sababi metallarning o`zi xilma-xilligidadir. Aynan o`shalar so`zning to`g`ri ma`nosida qo`zg`atuvchi va harakatga keltiruvchilaridirlar, maxluqot organ, asablarning o`zi esa esa faqat passivdir" deb yozadi Volta. Kontakt paytdagi elektrlanish jonivorning asablarini qo`zg`atadi, mushaklarni harakatga keltiradi, staniol qog`oz bilan kumush qoshiq orasiga joylashtirilgan til uchida kumush bilan qalay o`zaro kontaktlashganda nordon ta`mni beradi. Shunday qilib, Volta "Galvanizm" sabablarini fizik, fiziologik ta`sirlarini esa shu fizik jarayonning namoyish etilishlaridan biridir deb hisoblaydi. Agar qisqagina qilib Volta fikrini zamonaviy tilga ko`chiradigan bo`lsak, Galvani elektr tokining fiziologik ta`sirini kashf qilgan bo`ladi.

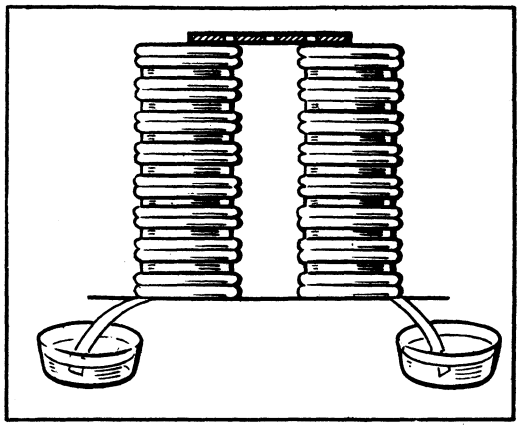
Tabiiyki, Galvani bilan Volta o`rtasida bahs boshlanib ketadi. Galvani o`z haqligini isbotlash uchun fizik sabablarini butkul chiqarib tashlamoqchi bo`ldi. Volta esa, aksincha, qurbaqa oyog`ini o`zining elektrometri bilan almashtirib, fiziologik ob`ektlarni batamom olib tashladi. 1794 yil 10 fevralda u yozadi:

"Jonivorli elektr deb atalmish narsa haqida siz qanday fikrdasiz? Menga kelsak, men allaqachon bu ta`sir metallarning biror nam jism yoki suvning o`ziga birlamchi tegib ketishi tufayli sodir etilishiga ishonch hosil qildim. Bunday teginib ketish natijasida elektr flyuid metallar o`zidan bu nam jism yoki suvga surib boradi, ayrim metalldan ko`proq, boshqasidan kamroq (eng ko`p ruhdan, eng kam kumushdan). Mos keluvchi o`tkazgichlar orasida uzluksiz aloqa o`rnatilgandan keyin bu flyuid doimiy aylanma harakatga keladi".

Elektr toki tutashgan zanjirining birinchi bayoni ana shundaydir. Agarda zanjirni uzib, uzilgan joyga ulagich xalqa sifatida qurbaqaning yashovchan asabini ulasak, unda "bunday asablar bilan boshqarilayotgan mushaklar ... uzatkichlar zanjiri tutashishi va elektr tok paydo bo`lishi bilan qisqara boshlaydilar". Ko`rib turganimizdek, Volta endi "elektr tokning tutashgan zanjiri" atamadan ham foydalanayapti. U, agarda zanjirga til uchini kiritsak, tutashgan zanjirdagi tok mavjudligini ta`m sezgilari bilan ham sezishimiz mumkinligini ko`rsatadi. "Va bu sezgilar hamda harakatlar bu yerdagi tartibda keltirilgan metallar, ya`ni, ruh, qalayli folãa, plastinkali oddiy qalay, qo`rg`oshin, temir, jez va har xil sifatdagi bronza, mis, platina, oltin, kumush, simob, grafit qatorida foydalanilganlari biri biridan qanchalik uzoq joylashgan bo`lsa, shunchalik kuchli bo`ladi". Mashhur "Volta qatori"ning birlamchi ko`rinishi ana shundaydir.

Volta o`tkazgichlarni ikki toifaga ajratdi. Birinchi toifaga u metallarni, ikkinchisiga esa, suyuq o`tkazgichlarni kiritdi. Agarda turli jinsli metallardan iborat tutashgan zanjir tuzilsa, tok bo`lmaydi, bu kontakt kuchlanishlar uchun

Volta qonunining xulosasidir. Agarda "ikkinchi toifali o`tkazgich o`rtada joylashgan va turli metallardan iborat birinchi toifali o`tkazgichlarga tegib turgan bo`lsa, uning oqibatida u yoki bu yo`nalishdagi tok vujudga keladi".



Volta ustuni

Nafaqat elektrga doir fan rivojiga, balki butun insoniyat taraqqiyoti tarixiga katta ta`sirini o`tkazgan Volta ustuni deb atalmish elektr tokining birinchi generatori (Voltaning o`zi uni "elektr organ" deb nomlagan) aynan Volta tomonidan yaratilishi butunlay tabiiydir. Volta ustuni yangi davr - elektr davri kelishidan darak berdi.

Volta ustuninig tantanasi Galvani oldida Voltaning so`zsiz g`alabasini ta`minladi. Bu bahsda har ikkala tomon, har biri o`z nuqtai nazaridan haq ekanligini tarix tan olib oqilona ish tutdi. "Jonivorli elektr" haqiqatdan ham mavjud, va Galvani otasi bo`lmish elektrofiziologiya hozirda fan va amaliyotda muhim o`rin tutadi. Biroq, Galvani davrida elektrofiziologik hodisalar ilmiy tahlil uchun hali pishib yetilmagan edi, va Galvani kashfiyotini boshqa yo`lga burib yuborishi elektrga doir yosh fan uchun juda muhim edi. Tabiatning o`ta murakkab hodisasi, ya`ni, hayotni elektrga doir fandan chiqarib tashlab, fiziologik ta`sirlarga reagentning passiv rolini bergan Volta bu fanning zudlik bilan hamda serhosil rivojlanishini ta`minladi. Fan va insoniyat tarixidagi uning umri boqiy xizmati ana shundadir.

V.V.Petrov. Yangi asbob haqida ma`lumotlar olinishi bilan uni yasash va u yordamida elektr tokining ta`sirini o`rganishga doir tajribalar boshlanib ketdi. Masalan, ingliz kimyogarlar Vilyam Nikolson (1753 - 1815) va Karleyl (1768 - 1840) 17 elementdan iborat Volta ustunini qurib, suv elektrolizini o`tkazishdi. Shunday yo`l bilan tokning kimyoviy ta`sirlari kashf qilindi, ular ayniqsa mashhur ingliz kimyogar Gemfri Devi (1778 - 1829) tomonidan muvaffaqiyatli tadqiq qilindi. Devi elektroliz yo`li bilan ishqorli metallar kaliy va natriyni kashf qildi (1807).

Yangi tok manba va u bilan o`tkaziladigan tajribalarni bayon qilishga bag`ishlangan birinchi monografiyalardan biri rus fizik Vasiliy Vladimirovich Petrovning "Galvani-Volta tajribalari haqida ma`lumot" monografiyasi edi, u Peterburgda 1803 yilda bosilib chiqqandi.

Vasiliy Vladimirovich Petrov 1761 yil 8 iyulda Belgorod guberniyasining Oboyani shahrida ruhoniy oilasida tug`ildi. Petrov avvaliga Xarkovda, so`ng, 1786 - 188 yillarda Peterburgdagi o`qituvchilar seminariyasida taxsil oldi. Seminariyani tugatgandan so`ng Petrov Oltoydagi Kolivan-Voskresensk zavod qoshidagi Tog`-kon o`quv bilim yurtida o`qituvchi bo`lib ishladi. Bu yerda bir vaqtlari 1763 yili Kolivan-Voskresensk zavodlari boshlig`iga o`zi ixtiro qilgan bug` mashinasi haqida ma`lumotnoma taqdim etgan rus mexanik I.I.Polzunov ham ishlagandi.

Petrov Oltoyda 1791 yilgacha ishladi. O`sha yili u Peterburgga qaytadi, u yerda Muxandislar bilim yurtida fizikadan va Bosh tibbiyot bilim yurtida matematikadan dars beradi. 1795 yilda u tibbiyot bilim yurtida fizikadan

ekstraordinar professori bo`lib oladi, bu bilim yurt 1798 yilda Medik-jarrohlik akademiyaga aylantirildi.

Bu yerda Petrov boy fizika kabinetni tashkil qildi, ko`p sonli tajribalarni o`tkazdi va ular asosida bir qancha monografiyalarni yozdi: "Yangi fizikaviy-kimyoviy tajribalar va kuzatuvlar to`plami" (1801), "Galvani-Volta tajribalari haqida xabarlar" (1803), "Yangi elektrik tajribalar" (1804). 1802 yilda Petrov Peterburg fanlar Akademiyasiga korrespondent a`zo, 1807 yilda fizikadan ad`yunkt, 1809 yilda ekstraordinar akademik, 1815 yilda fizika kafedrasiga ordinar akademik etib saylandi.

Petrov akademiya qoshida fizik kabinetlarni tashkil qilish uchun tirishib-tortishib kurash olib bordi, biroq barcha uning urinishlari rahbariyatning juda qattiq qarshiligiga uchrardi. 1827 yilda Petrov kabinetga rahbarlik qilishdan chetlashtirildi. V.V.Petrov 1834 yil 22 iyulda Peterburgda vafot etadi.

Galvani-Volta hodisasi tadqiqotlariga bag`ishlangan Petrov ishining to`liq nomi quyidagichadir: "Sankt-Peterburg Medik-jarrohlik akademiyasi qoshida joylashgan va ayrim hollarda 4200 mis va ruh doirachalardan tashkil topgan juda ulkan batareya yordamida fizika professori Vasiliy Petrov o`tkazgan Galvani-Volta tajribalari haqida axboroti".

Shunday qilib, nomlanishning o`zidanoq Petrov u paytlar uchun eng kuvvatli bo`lgan va 2100 Galvanik elementdan tashkil topgan batareyani yaratganini bilib olish mumkin. U "Volta ustuni" atamani Galvani va Volta sharafiga "Galvani-Volta batareyasi" atamasi bilan almashtiradi (Petrov "battereya" deb yozadi). U o`zining asosiy maqsadi qilib "Galvani-Volta batareyasi yordamida o`zim bajargan eng muhim va eng qiziqarli tajribalarimni lozim bo`lgan tartibda joylashtirib ruscha bayon etish"ni qo`ydi. Lekin bayonini u batareya tuzilishi va uni yasash hamda parvarishlashga doir amaliy ko`rsatmalaridan boshlaydi.

Batareyani tashkil qilgan mis va ruh doirachalar diametri "taxminan bir yarim dyuym" (taxminan 3,8 sm) bo`lgan. Metall doirachalar orasiga Volta kabi zig`ir mato emas, balki novshadil (nashatir) eritmasi bilan namlangan qistirmalar joylashtirilgan. Har bir element uchta, ya`ni mis, karton, ruhli doirachalardan tashkil topgan bo`lib, ular o`nta va undan ortiq elementlar ustun qilib yig`ilgan. Volta ustunining vertikal joylashuvidan farqli ravishda Petrov elementlarni gorizontal holda ingichka quruq yog`och idishlarda, doirachalari qirralari vertikal holda joylashtirishni taklif qiladi.

Petrov elementlarni yog`ochdan mum yordamida izolyasiyalash usullarini ko`rsatadi, ustida tajriba olib borishi lozim bo`lgan jismlarni shisha oyoqchalarga ega taglikga joylashtirishni taklif qiladi. Uning "juda ulkan batareya"si to`rt qatordan iborat, har bir qatori esa 10 fut (3 metrdan ortiq) uzunlikga ega, mis ulagichlar yordamida ketma-ket ulangan edi. Agar bu qatorlarni bir chiziqqa tizilsa, u 40 fut uzunlikga yoki "bizning besh sarjin va besh fut", ya`ni 12 metrdan ziyod bo`lardi. Petrov aytganidek, bu batareyani "asosli tarzda ulkan deb atash mumkin" edi.

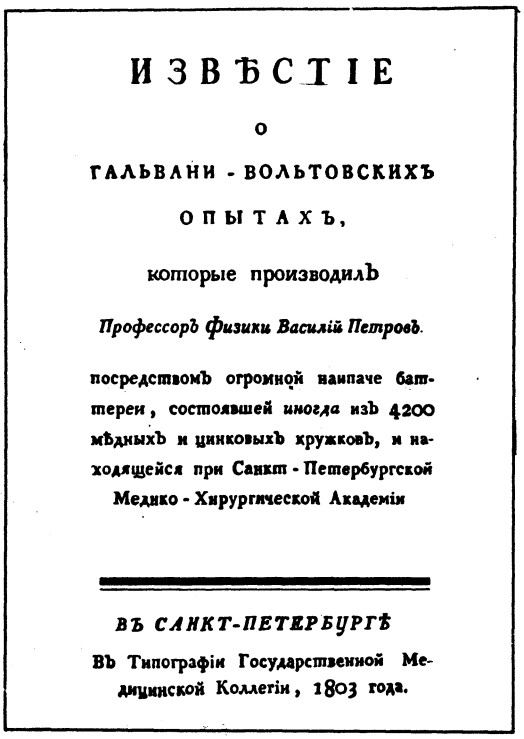
Birinchi qatordagi eng chetki mis doiracha va to`rtinchi qatordagi oxirgi ruh doirachani Petrov "batareyaning mis va ruh qutblari" deb ataydi. Batareyadan tok yaxshi izolyasiyalangan, masalan, shisha naychalardan o`tkazilgan o`tkazgichlarni

qutblar bilan ulanishi orqali hosil bo`ladi. Batareyaning tuzilishini bayon etib bo`lgandan so`ng Petrov uni parvarishlash usullarini, doirachalarni oksidlanishdan tozalash vositalari haqida bayon qiladi. Barcha bu maslahatlar juda batafsil, xatto narxlarigacha ko`rsatilib, bayon etilgan edi, bundan Petrov o`zining kitobini tajribalarni o`zi takrorlay oladigan faol o`quvchiga mo`ljallaganligini ko`rsatadi. Petrov kitobi shunchaki monografiya emas, balki tajriba texnikasi yuzasidan amaliy qo`llanmadir ham. Petrov unda nafaqat olim sifatida, balki o`quvchilarni fanning eng dolzarb bo`lgan sohasining ilmiy ijodiyot laboratoriyasiga olib kiruvchi o`qituvchi sifatida ham gavdalanadi.

III bob (o`zining kitobidagi boblarni Petrov "maqolalar" deb ataydi) elektrolizga bag`ishlanadi. U suvning elektrolizi haqida gapiradi, bir jinsli sof o`tkazuvchi simlardan foydalanish zarurligini, uchlarni tozalash usullarini ko`rsatib, suv yoki boshqa elektrolitlar quyiladigan quvurni mahkamlash usullarini ta`kidlagan holda tajriba o`rnatmasi haqida bayon qiladi. Bu batafsil ko`rsatmalardan Petrov elektrolizni "juda ko`p tomoshabinlar huzurida" namoyish etgani ko`rinib turibdi.

U elektrolizga haroratning ta`sirini o`rganish uchun 1803 yildagi tajribalarni yanvar oyida ko`chada o`tkazadi.

Petrov inson va hayvonlarga tokning ta`sirini batafsil bayon etgan. U kasallar ustidan Galvanizasiya tajribalarini o`tkazib, elektroterapiyaga asos soldi.



ИЗВѢСТІЕ

О

ГАЛЬВАНИ - ВОЛЬТОВСКИХЪ

ОПЫТАХЪ,

которые производилъ

Профессоръ Физики Василій Петровъ.

посредствомъ огромной напаче батареи, состоявшей *иногда* изъ 4200 мѣдныхъ и цинковыхъ кружковъ, и находящейся при Санкт - Петербургской Медико - Хирургической Академіи

ВЪ САНКТ-ПЕТЕРБУРГѢ

Въ Типографіи Государственной Медицинской Коллегіи, 1803 года.

V.V.Petrov kitobining titul varag'i

VII bobida Petrov elektr yoyiga doir o`zining mashhur tajribasini bayon etadi: "Agar shisha plitka yoki shisha oyoqchali taglikga Galvani-Volta suyuqligi yordamida yorug`lik chiqaruvchi hodisalarni sodir ettirish uchun ko`mirning ikki-uch bo`lagi qo`yilsa, undan so`ng ulkan batareyaning qutblariga ulangan izolyasiyalangan metall yo`naltirgich (directores)larni bir-biriga bir chiziqdan uch chiziqqacha bo`lgan masofaga yaqinlashtirib borsak, ular orasida juda yorqin oq rangdagi yorug`lik yoki alanga paydo bo`ladi, undan bu ko`mirlar tez yoki sust yonishga tushadi va yana undan qorongu xona yetarlicha yaxshigina yoritilishi mumkin".

Mana shunday tarzda elektr yoyi kashf qilinib o`rganildi. Petrov ko`mirlardan bittasini metall elektrod bilan almashtirdi, metallarning elektr yoyida erishini, shuningdek, ularning alangada yonib kuyishini kuzatdi. Kelajakda rivojlangan elektrometallurgiyaning boshlanishi ana shunday edi. Umuman olganda Petrovning ishini elektrotexnika asoslari edi deb hisoblashimiz mumkin.

Petrov ilmiy faoliyatining boshqa natijalaridan lyuminessensiyaga doir tadqiqotlarini, shuningdek, dunyoda ilk bor metallarni ishqash yo`li bilan elektrlash mumkinligini isbotlab bergan tajribalarni eslab ko`rishimiz lozim.

Gilbert davridanoq metallar "noelektrik", ya`ni, "elektrik" kabi elektrlanish xususiyatiga ega emas deb hisoblanib kelingan. Petrov izolyasiyalangan metallni boshqa jismlar bilan "urishtirib" elektrlash mumkinligini ko`rsatadi. Bu kashfiyot prinsipial ahamiyatga ega edi.

Petrovning asarlari chet elda noma`lumligicha kolib ketdi, uning kashfiyotlari qayta ochildi, masalan, elektr yoyi bilan shunday bo`ldi. O`zining vatanida ham ular XX asrga qadar xotiradan chiqarib yuborilgan edi. Fizika darsliklarida elektr yoyi Volta yoyi deb nomlanib kelindi, bunga elektr yoyini Volta ixtiro qilgan deb fikr yuritishga sabab bo`ldi. Petrov hayotligidayoq bosilib chiqqan, Petrov hamkasbi, Medik-jarrohlik akademiyaning fiziologiya va anatomiya professori D.Vellanskiy (1774 - 1847) muallifligidagi "Tajribali, kuzatuvchi va fikr yurituvchi fizika haqida" kitobida Petrovning "juda ulkan" batareyasi tilga olinmaydi, vaholanki, Vellanskiy Shillern batareyalari, Delyuk, Zinger va Zambonilarning quruq batareyalari haqida, o`tkazgichlarni "urishtirib" elektrlash haqida, ya`ni, Petrov yozgan ko`pgina narsalar haqida bayon etadi. Shunday qilib, Petrov hayotligidayoq, jonajon akademiyasi devorlari panohida uning ishlari xotiradan o`cha boshladi.

Elektromagnetizm

Vellanskiyning kitobi 1831 yilda bosilib chiqdi. Unda Ersted kashfiyoti, Amperning tajribalari va nazariyasi nafaqat tilga olingan, balki batafsil bayon etilgandi. Vellanskiy tomonidan yangi kashfiyotga bildirgan e`tibori tasodif emas. Uning negizi bir tomondan, Vellanskiy o`zining falsafiy nuqtai nazari bo`lsa, ikkinchi tomondan kashfiyotchining nuqtai nazariga ham bog`liq edi. XVIII asr oxiri va XIX asr boshida falsafiy fikr fransuz materialistlarning nuqtai nazarlariga va tajribali tabiatshunoslikga qarshi tomon qat`iy burilish yasadi. Bu burilishga boshchilik qilgan va amalgan oshirganlar nemis klassik falsafaning namoyondalari edi. Shu momentdan boshlab falsafa va tabiatshunoslik turli yo`llardan keta boshladi.

Bu naturachilar (tabiatshunoslar) bilan faylasuflar orasidagi ajralish haqida Kant vatanida ma`ruza qilgan Gelmgols quyidagicha gapiradi: "… barchaga ayonki, hozirda naturachilar va faylasuflar haqida, ayniqsa, o`zlarining ilmiy ishlarida, ular inoq, yaxshi do`stlar deb bo`lmaydi. Barchaga ma`lumki, ular orasida anchadan beri ayovsiz bahsu munozaralar ketmoqda…". Gelmgols falsafa bilan tabiatshunoslik orasidagi qat`iy ajralish "Kant davrida bo`lmagandi" va "u naturachilar bilan deyarli bir xil fikrda edi", deb qayd etadi. Kant tomonidan yaratilgan quyosh sistemasining paydo bo`lish nazariyasi "faylasuf Kantni tabiatshunoslarga qo`shishga asos bo`laoladi". Gelmgols Fixte ham "… tabiatshunoslar bilan hech qanday ixtilofda emas" deb hisoblaydi. U "munozara Fixte vafotidan keyin fan ustida Shelling Germaniyaning janubiy, Gegel esa shimoliy qismida hukmron bo`lib qolganlaridan so`ng qizib ketdi" deb ko`rsatadi. "O`sha davrdagi Germaniyaning ma`rifatli insonlari orasida falsafiy fanlarga qiziqishi tabiiy fanlarga bo`lgan qiziqishidan ustun kelgan, natijada so`nggilari mag`lub bo`lganlar" deydi Gelmgols.

Bu qiziqish qo`shni davlatlarga ham o`tadi. Rossiyada Vellanskiy va Pavlov, Daniyada Ersted, bular Shelling falsafasining qattiq ta`siri ostida edilar. Olam yahlitligi, uning rivojlanishi, qutbiy kuchlar kurashi, barcha hodisalarning o`zaro bog`lanishi haqidagi ta`limot bu tabiatshunoslarga juda ham ma`qul kelardi. Vellanskiy fizikaning nazariy asoslarini qoniqarsiz deb hisoblaydi. "Uning (fizikaning) butun mazmuni fizikaviy predmetlarning tashqi shakllarini o`lchash va hisoblashdan iborat, biror narsaning ichki mohiyatiga kelsak, fiziklar bunga mutlaqo erishib bo`lmasligini tan oladilar" deydi u.

Elektromagnetizmning kashfiyotini shellingchilar o`z tizimining muvaffaqiyati deb qabul qilardilar. "Galvanizm ochilmasdan avval kimyoviy, elektr va magnit hodisalar orasidagi o`zaro nisbatlar ma`lum emasdi, fiziklar ularni ayri va bir biriga bog`lanmagan deb hisoblardilar". Vellanskiyning juda to`g`ri bo`lgan bu ta`kidi nemis mumtoz falsafa kiritgan ijobiy asosni, ya`ni, butun borliqning o`zaro bog`lanishi haqidagi ta`limotni, tabiatning dialektikasini ochib beradi. Vellanskiy Galvanizm kashf qilingunga qadar fizika kimyoviy, magnit va elektr hodisalarni faqat ayri, bir biriga bog`lanmagan holda o`rganaolardi deb to`g`ri ta`kidlaydi. Biror falsafadan qat`iy nazar Galvanizmning kashfiyoti ertami, kechmi, elektromagnetizm kashf qilinishiga olib kelishi shart edi, va bunda Erstedning prioriteti shubhaga olinishi tasodif emasdi. 1876 yildayoq Endryus (1813 - 1885) Glazgoda bo`lib o`tgan fanlar taraqqiyotiga ko`maklashish bo`yicha Britan Assotsiasiyaning majlisidagi prezidentlik ma`ruzasida Ersted prioriteti masalasida to`g`talib o`tishi lozim edi. Bu masala Ersted foydasiga hal qilindi va fanning zamonaviy tarixchisi Vellanskiyning "Elektromagnetizm Kopengagenda professor Ersted tomonidan kashf qilindi, u o`zining kashfiyoti haqida 1820 yili xabar berdi" deb aytganlari bilan rozidir.

Xans Kristian Ersted 1777 yil 14 avgustda daniyalik aptekachi oilasida tug`ildi. Ersted Kopengagen universitetida tahsil oldi, u yerda 20 yoshida farmasevt diplomini, 22 yoshida esa falsafa doktori darajasini oladi. 1806 yili u Kopengagen universitetining professori bo`ldi. Shelling falsafasi bilan qiziqib qolib, u issiqlik, yorug`lik, elektr va magnetizm orasidagi bog`lanish haqida ko`p fikr yuritadi. Bu fikrlashlar natijasida 1813 yilda Parijda bosilib chiqqan "Elektr va kimyoviy kuchlar o`xshashligi haqida tadqiqotlar" risolasi yuzaga keldi. 1820 yilda u o`zining mashhur kashfiyotini "Magnit nayzachaga elektr konfliktning ta`siriga doir tajribalar" deb nomlangan kitobchasida bayon qiladi. Broshyura lotin tilda Kopengagenda bosilib chiqqan va unda 1820 yil 21 iyul sanasi ko`rsatilgan. Bu kashfiyot muallifning nomini fizika tarixida abadiylashtirdi. Ersted 1851 yil 9 martda vafot etadi.

Ersted Shelling falsafasi bilan qiziqishi haqida broshyurasining nomidanoq bilib olish mumkin. Galvanik batareya qutblarini ulab turuvchi simda sodir etilayotgan jarayonni u tok emas, balki "konflikt" deb ataydi. Bu "konflikt" natijasida o`tkazgich qiziydi, bunda Ersted effekt yuzaga kelishi uchun sim qizishi shart deb hisoblaydi. Tokning magnit nayzachaga ta`sirini o`rganishga doir tajribalar Erstedni "balki, elektr konflikt o`tkazgichli sim bilan chegaralanib qolmaydi, lekin shu sim atrofida yetarlicha keng faollik sohaga egadir" degan xulosaga kelishga undaydi. Falsafiy atamalarni olib tashlasak, Ersted tok

o`tayotgan sim atrofida tokga ta`sir etuvchi magnit maydonni topdi deb ta`kidlashimiz mumkin.

X.K.Ersted

Shundan so`ng u "Undan tashqari, qilingan kuzatuvlardan bu konflikt sim atrofida uyurmani hosil qiladi degan xulosani chiqarish mumkin" deb yozadi. Boshqacharoq aytadigan bo`lsak, tok o`tayotgan simni magnit kuchlari chiziqlari o`rab turadi, yoki elektr tok magnit maydonning uyurmasini hosil qiladi. Elektrodinamikaning birinchi asosiy qonunining mazmuni shundan iborat, Ersted kashfiyotining ma`nosi ham ana shundadir.

Bugun har bir o`quvchi qiynalmasdan Ersted tajribasini takrorlab, "markazidan tokli sim o`tkazilgan karton ustiga temir qirindilarni sochib, elektr konflikt uyurmasini" namoyish eta oladi.

Biroq tokning magnitli ta`sirlarini payqab olish oson emasdi. Ularni Petrov batareyasining qutblarini temir va po`latli plastinkalar bilan ulab topmoqchi bo`ldi. Ular orqali bir necha soatlab tok o`tkazib ham plastinkalarning hech qancha magnitlanganini aniqlay olmadi. Boshqa kuzatuvlar haqida ham ma`lumotlar mavjud, lekin to`liq ishonch bilan aytish mumkinki, tokning magnitli ta`sirlarini Ersted kuzatgan va bayon etgan. Vellanskiy adolat yuzasidan ta`kidlaganidek, bu kashfiyot Yevropa fiziklarning e`tiborini jalb etdi. "Ma`rifatli daniyalik fizik, professor, o`zining kashfiyoti bilan fiziklarga tadqiqotning yangi yo`llarini ochib berdi. Bu tadqiqotlar samarasiz bo`lib qolmadi; ular taraqqiyot bilan qiziqqan barchalarning e`tiboriga loyiq ko`pgina faktlarning ochilishiga olib keldi" deb yozadi Amper.

Bu haqda Vellanskiy yozganidek, Ersted kashfiyoti katta shov-shuvga sabab bo`ldi. Tezda, Jenevada de la Riv Ersted tajribalarini takrorlagandan so`ng, tajribalar va xabarlarning seldek oqimi kelaboshladi. 1820 yil sentyabrida Arago tokli sim temir qirindilarni tortib olish xususiyatiga ega ekanligini ko`rsatdi. Xuddi shu sentyabrda Sheyger Ersted effektidan tok ko`rsatkichi (mulòiplikator) sifatida foydalandi. 1821 yilda Poggendorf (1796 - 1877) uni qulay shaklga kiritdi, va bu ko`rinishda uni hozirda ham maktabdagi fizika kabinetlarida uchratish mumkin.

Tokning magnit qutbga ta`siri qonuni Bio va Savar tomonidan tajriba asosida o`rnatildi. Bu qonun haqida ma`ruzani Bio va Savar 1820 yil 30 oktyabrda qilishdi. Laplas Bio - Savar qonunini tok elementi bilan magnitlangan nuqta orasidagi elementar o`zaro ta`sirlashuvning matematik shakliga keltirdi. Ana shu ko`rinishda Bio - Savar qonuni fizika darsliklarida keltirilgan.

Amper. Elektromagnetizm fani o`rganishiga eng katta xissa qo`shganlardan fransuz fizi Amperdir, u fizikaning bu yangi sohasini "elektrodinamika" deb nomladi va bu nom fizika tiliga qattiq o`rnashib qoldi.

Andre Mari Amper 1775 yili 22 yanvarda lionlik kommersant oilasida tug`ildi. Otasi qo`li ostida Amper har tomonlama yaxshi ta`lim oldi. U tabiiy fanlarni, matematikani, yunon, lotin va italÿn tillarni o`rgandi. Amper Didro va

Dalamberning mashhur "Ensiklopediyasi"ning barcha tomlarini, Eyler, Bernulli, Lagranjlarning ishlarini o`rganib chiqdi.

A.M.Amper

Amper o`n sakkiz yoshligida oilasi katta qayg`uga uchraydi. 1793 yili Konventga qarshi chiqqan Lionni bostirish uchun Konvent tomonidan jazolovchi ekspeditsiya yuboriladi, bu ekspeditsiyaga "darhol qurol kuchi bilan lionlik kontrrevolyutsiyani jazolash lozimligi" ko`rsatilgan bo`ladi. Konvent Lionni yo`q qilib tashlashni va uning vayronalarida "Lion erkinlikga qarshi kurashgan edi - Lion endi yo`q" degan yozuvga ega ustunni barpo etishni buyuradi. Bu ekspeditsiya qurbonlari orasida Amperning otasi Jan Jak ham bor edi. U 1793 yilning 9 oktyabrida hibsga olinib, 24 noyabrda qatl etildi.

Oila uchun og`ir kunlar keldi. Amper pedagoglik yo`nalishni tanlaydi. Avvaliga u xonaki o`qituvchi bo`lib ishlab yuradi, 1802 yili esa Burge shahridagi markaziy maktabida fizika va kimyo o`qituvchisi bo`lib oladi. 1803 yilda Amper Lion litseyiga matematika o`qituvchisi lavozimiga tayinlanadi. Keyingi, 1804 yilda u Parijdagi Politexnika maktabida repetitor, 1808 yildan boshlab esa uning professori bo`ladi.

1814 yilda u fanlar Akademiyasiga a`zo etib saylanadi. 1820 yildan boshlab Amper zo`r berib elektrodinamika bilan shug`ullanadi va 1826 yili uning elektrodinamikaga doir asosiy ishi "Faqat tajribalardan chiqarilgan elektrodinamik hodisalar nazariyasi" bosilib chiqadi. Keyinchalik Amper ko`pgina ilmiy muammolar bilan, shu jumladan, fanlarni sinflashtirish muammosi bilan ham shug`ullanadi. Bu tadqiqotlar natijasida uning "Fanlarning falsafiy tajribasi yoki barcha insoniy bilimlarni tabiiy sinflashtirishning analitik bayoni" asari yuzaga keladi, uning birinchi tomi 1834 yilda, ikkinchi tugallanmagan tomi 1843 yilda muallif vafotidan so`ng chiqariladi.

Amperning hayoti mashaqqatli o`tdi. Uning boshiga ketma-ket kulfatlar yog`ilib turdi: otasining shahid ketishi, birinchi turmushidan ayrilishi, ikkinchi turmushning ko`ngilsizligi, onasining vafoti va barcha boshqalar. "Yuz kun" va ikkinchi tiklanishning voqealari unga yomon ta`sir etdi. Ustiga ustak uning sog`ligi zaifligi qo`shildi. Xizmat safarlaridan birida u 1836 yili 10 iyunda Marselda vafot etadi.

Amper ilmiy ijodining cho`qqisi - bu elektrodinamikaning yaratilishidir. Ersted kashfiyoti haqida Aragoning xabari chiqishiga bir xafta o`tgandan so`ng, 1820 yil 18 sentyabrda yuborilgan birinchi axborotidan keyin, Parij fanlar Akademiyasiga ketma-ket Amperning xabarlari borib turadi: 1820 yil 25 sentyabrda; 2, 9, 16, 30 oktyabrda; 6, 13 noyabrda; 4, 11 va 26 dekabrda. "Kimyo va fizika Annallari"ning o`n beshinchi to`plamida "qirollik fanlar Akademiyasiga 1820 yil 2 oktyabrda taqdim etilgan va akademiyada 1820 yil 18 va 25 sentyabrda o`qib eshittirilgan elektr toklar ta`siriga doir asar" bosilib chiqdi. Bu asar Amperning ikki xaftalik qisqa vaqt oralig`ida yangi hodisani tadqiq qilishga doir zo`r berib ishlagan ishiga yaqun yasardi.

Amper ikkita asosiy elektr tushunchani farqlaydi, bular elektr kuchlanish va elektr tok. Elektr tok tushunchasi ostida Amper "o`tkazuvchi va elektr harakatlanuvchi jismlar zanjiridagi elektr holati"ni; uning yo`nalishi ostida esa - musbat elektrning yo`nalishini tushunadi. Volta ustuni ichida bu "suv parchalanishida vodorod ajralib chiquvchi uchdan kislorod ajralib chiquvchi uchga" bo`ladi. "… Ustunning uchlarini ulab turgan o`tkazgichdagi elektr tokining yo`nalishi kislorod ajralib chiqadigan uchdan vodorod ajralib chiquvchi uchga yo`nalishini belgilaydi". Demak, Amper ilk bor "elektr tok", "elektr zanjir" kabi fundamental tushunchalarni kiritadi, tutashgan zanjirda tok yo`nalishini o`rnatadi. Fizikada qabul qilingan tok birligining nomi amper to`liq Amperning xizmatlari bilan oqlangan. U magnit nayzachaning og`ishiga asoslangan asbobning nomini "galâanometr" deb ataydi va "elektr mashinalarda elektrometr bilan foydalangandek, undan har momentda tok mavjudmi va uning energiyasi qandayligini bilish uchun har doim elektr toklar ustidan tajribalar olib borilganda foydalanish lozim" deb uqdiradi.

Amper ilk bor toklarning mexanik o`zaro ta`sirini topdi, ular yo`nalishlariga qarab tortuvchi ham, itaruvchi ham bo`lishlari mumkin. U "bu tortishlar va itarishlar … tinch holatdagi elektr sodir ettiruvchi ta`sirlardan tubdan farqlanadilar" deb ta`kidlaydi.

Elektrodinamik o`zaro ta`sirlashuvlarni tajribada tadqiq qilgan Amper o`tkazgichlar va magnit nayzachalarni kombinasiya qilish yo`li bilan "nayzachalardan olisda joylashgan bitta Volta ustuni yordamida o`ziga xos telegrafni yasash mumkin" degan xulosaga keladi. Shunday qilib, elektromagnetizm kashf qilingan birinchi yilidayoq elektromagnitli telegraf g`oyasi paydo bo`ldi.

U bir qator ixtirochi va olimlar tomonidan qayta ishlanib kelindi. 1829 yilda rus diplomat P.L.Shilling (1786 - 1837) oltita mulòiplikator yordamida ruscha harf va sonlarni uzatishga imkon beruvchi telegraf apparatni ixtiro qiladi. Shilling apparati qishki saroyda o`rnatilgan edi.

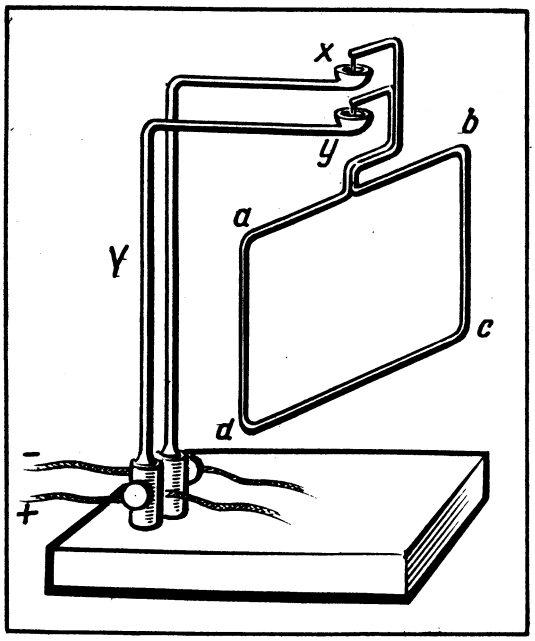
1833 yilda Gettingenda Gauss va Veber astronomik va fizik laboratoriyalarni ulovchi telegraf liniyani qurishdi. Boshqa sistemalar ham mavjud edi, xususan, rus fizik B.S.Yakobi (1801 - 1874) tizimi. Biroq elektromagnit telegraf amerikalik ixtirochi Samuil Morze (1791 - 1872) apparatning qulay konstruksiyasini yaratib, jo`natuvchi va qabul qiluvchi stansiyalarning ulanish sxemasini qayta ishlab, ikkita belgi, ya`ni, nuqta va tirelardan iborat maxsus azbukani ixtiro qilgandan so`nggina keng yoyila boshladi. Birinchi Morze apparati 1835 yili qurildi, 1844 yilda esa Vashington - Baltimor telegraf liniyasi ishga tushirildi.

Amper tadqiqotlariga qaytaylik. Juda tezda u magnit yaprog`ining aylanma tokga ekvivalent ekanligi fikriga keldi va magnit haqida "magnit qutblarini ulovchi chiziqqa perpendikulyar tekisliklarda joylashgan elektr toklar majmuidir" degan tasavvurni ishlab chiqdi. Bundan u oqib o`tuvchi tokga ega spiral (solenoid) magnitga ekvivalent bo`ladi degan xulosaga keladi. Bu, o`z navbatda, Amperda magnitli agentlar ("magnitli suyuqliklar") tabiatda mavjud emasligi va barcha magnetizm hodisalarni elektrodinamik o`zaro ta`sirlashuvlarga keltirish mumkin

degan fikrni uyg`otadi. Amperning magnetizmli molekulyar nazariyasi XX asrdagina elektron fizikada o`zining fizik tayanchiga ega bo`ldi.

Amperning yakunlovchi ishi "Faqatgina tajribadan chiqarilgan elektrodinamik hodisalarning nazariyasi" 1826 yilda "Janob Amperning qirollik fanlar Akademiyasiga 1820 yil 4 va 26 dekabrda, 1822 yil 10 iyunda, 1823 yil 22 dekabrda, 1825 yil 12 sentyabr va 18 noyabrlarda bo`lib o`tgan majlislarda taqdim etilgan ma`ruzalari to`plangan asar" sarlavhasi ostida bosilib chiqadi.

U o`ziga tajribaga asoslangan holda tok elementlarining o`zaro ta`sirlashuv formulasini chiqarishdek masalani maqsad qilib qo`yadi. Masala oson emas edi. Tajriba faqat integralli o`zaro ta`sirlashuvni berardi. Amper to`g`ri formulani topish uchun toklar o`zaro ta`sirlashuviga doir tajribalarni o`zgartirib ko`rar, turli hollar uchun so`nggi konturlaridagi tokni integrallab tajriba natijalari bilan solishtirib ko`rardi. Amper formulasi elektrodinamikada elementar qonunlarining kattagina qatorini ochadi.



Amper qurilmasi

Muhimi, tokni ikkita elementining o`zaro elementar ta`sirlashuvi Nyutonning uchinchi qonuniga bo`ysunmaydilar, o`zaro ta`sirlashuvning yangi turi oddiy markaziy kuchlardan farqlanadi. Lekin, fizika gravitasion, elektrostatik va magnit kuchlardan farqlanuvchi yangi turdagi kuchni kashf qilganligi Ersted tajribasidanoq ravshan edi. Elektrodinamik kuchlar, Amper to`g`ri payqaganidek, elektrostatikada ma`lum bo`lgan kuchlardan farq qiluvchi yangi kuchlardir. Biroq, Amper mexanikaning uchinchi qonuniga tayangan holda o`zining qonunini axtarar edi. U tok elementi tomonidan magnit qutbga ta`sir etuvchi kuchlari qutb tomondan tok elementiga ta`sir etuvchi kuchlar juftligini hosil qilishini ochgan Bio bilan bahslashadi. Ana shunday tarzda elektrodinamikada harakat miqdori saqlanish qonuni muammolari boshlanadi. Amper hali maydon mavjudligi, elektromagnitli harakatlarning kechikishi haqida gumon qilmasdi. U olisdan ta`sir etish fikrda turar, o`zgarmas toklar uchun bu mumkin edi. Biroq, unga va uning zamondoshlariga Nyutoncha tushunchalar orqali tushuntirib bo`lmaydigan yangi faktlar bilan to`qnashishga to`g`ri keldi.

Ersted, undan so`ng Faradey ham magnit maydonning uyurmali xarakterini ravshan ko`raoldilar. 1821 yili Faradey tajribada tok oqib o`tuvchi o`tkazgich yaqiniga joylashtirilgan alohida olingan magnitli qutb uzluksiz aylanma harakatga kelishini isbotladi. U tok ta`siriga faqat bitta qutb duch keltirish uchun o`tkazgich va magnitning shunday joylashuvini o`ylab topishda ozmuncha ter to`kmadi. Faradey tajribasida zanjir ulab qo`yilgan vaqtda magnit to`htovsiz aylanib turardi. Bu elektrodvigatelning birinchi modeli edi.

Odatda, fanda tadqiqotlarning yangi sohasi yuzaga kelganda, juda ko`p sonli tajribachi va ixtirochilar paydo bo`ladi, u yoki bu ixtiro birinchiligiga doir son - sanoqsiz tortishuvlar boshlanadi. Bu tajribachi va ixtirochilarning nomlari hotiradan chiqib ketgan ham bo`lishi mumkin. Faradeyga elektromagnit aylanishlar borasidagi birinchiligiga doir tortishuvni uzoq vaqtgacha boshidan o`tkazishga to`g`ri keldi. Avvaliga uni o`qituvchi Devi g`oya Vollastondan olinganligida ayibladi, Devi vafotidan ancha yillar o`tgandan so`ng ayiblovni akasi takrorladi. Ko`pgina buyuk olimlarning hayotini zaharlovchi bunday munozaralar muqarrardir, zero bunday hollarda "g`oyalar o`zi havoda uchib yuradi". Bu yerda faqatgina vaqt oliy hakamdir.

XIX asrning yigirmanchi yillarida elektr sohada qilingan ko`pgina kashfiyot va ixtirolardan 1821 yilda termoelektr hodisaning kashfiyoti haqida gapirib o`tish lozim. Uni baltikalik fizik Tomas Zeebek (1770 - 1831) kashf qildi. Bu kashfiyot Ersted kashfiyoti tufayli yuzaga keldi va ancha vaqtgacha termomagnetizm deb nomlanib yurdi. O`z navbatida, Zeebek kashfiyoti va multiplikatorning ixtirosi nemis o`qituvchi Georg Omga (1787 - 1854) elektr tok zanjirining miqdoriy qonunini ochishga imkon berdi, hozirda bu qonun uning nomi bilan ataladi.

G.Om

1822 yilda Furyening (1768 - 1830) "Issiqlikning analitik nazariyasi" asari bosilib chiqadi, bu asarning qattiq ta`siri ostida bo`lgan Om o`zining tajriba va nazariy fikr yuritishlarini "Matematik qayta ishlangan galvanik zanjir" (1827) asarida bayon etadi. qayd qilib o`tish lozimki, hozirda elektrga doir hech qaysi darslikni usiz tasavvur etib bo`lmaydigan bu qonun fiziklar tomonidan birdaniga qabul qilinmadi va fanga faqatgina XIX asrning o`ttizinchi yillarning oxirida - qirqinchi yillarning boshida kirib kela boshladi. Uni tan olinishi elektrometriyadagi muvaffaqiyatlar bilan parallel bordi. Om qonunini birinchilar qatori qabul qilgan va undan foydalanganlardan rus akademik E.X.Lens edi, u shuningdek tarmoqlangan o`tkazgichlarda tok taqsimotlarini ham ko`rgan, bu bilan u Kirxgof ajdodi deb hisoblanadi. Lens, shuningdek, elektromagnitlarni ham o`rgangan, elektromagnitlar ilk bor Arago tajribasi va Amper nazariyasi asosida Vilÿm Sterdjen (1783 - 1850) tomonidan 1825 yili yaratildi. Juda katta ko`tarish kuchga ega elektromagnitlar Faradeydan mustaqil ravishda elektromagnit induksiya hodisasini kashf qilgan amerikalik fizik Jozef Genri (1799 - 1878) tomonidan yaratildi. Biroq, bu kashfiyotni bildiruvchi uning bosma asari kechikib qoldi, natijada buyuk kashfiyotning shuhrati Maykl Faradeyga nasib etdi.

Faradey. Mixail (Maykl) Faradey 1791 yil 22 sentyabrda londonlik temirchi oilasida tug`ildi. Mablag`ning yetishmasligi kelajakdagi buyuk olimga durustroq ma`lumot olishga xalaqit berdi. Boshlang`ich maktabda u o`qishni, yozishni, arifmetika asoslarini o`rgandi, undan so`ng muqovachiga shog`ird bo`ldi. Bu yerda u ma`lumotining kam-ko`stini o`qish bilan to`ldirdi. Uni ayniqsa elektr va kimyo qiziqtirardi, va u kitoblarda bayon etilgan tajribalarni bajara boshladi.

Sanoatdagi inqilob inglizlarning keng qatlamlarida tabiatshunoslikga qiziqishni orttirdi. Londonda keng omma uchun o`qiladigan ommabop ma`ruzalar

katta muvaffaqiyat qozongandi. 1800 yilda Londonlik qirollik instituti muntazam ravishda kechki ommaviy maruzalarni o`tkazib turardi. Faradey davrida ma`ruzalarni mashhur kimyogar Devi o`qirdi. Bu ma`ruzalar Faradeyni qiziqtirib qo`ydi. U ma`ruzalarni birma-bir yozib olar va batartib qilib muqovalangan yozuvlarni Deviga yuborardi. Deviga yordamchi kerak bo`lib qolganda, u Faradeyni eslab qoldi va uni institutga assistent sifatida ishga jalb qildi. Maktab ko`rmagan bu iste`dod egasi uning nomini abadiyatga yetaklagan yo`lga tushib oldi.

Faradeyning dastlabki ishlari kimyoga taalluqli edi. Ular yevropalik kimyogarlarning e`tiborini jalb qildi va uning nomi keng tanildi. D.I.Medeleev o`zining mashhur "Kimyo asoslari"da bir necha marotaba Faradey nomini tilga oladi. U alangaga bergan uning ta`rifini keltiradi, sham alangasini tahlil qilishga doir uning tajriba bayonini takrorlaydi, gazlarni quyuqlashtirish sohasidagi natijalarini bir necha marotaba va elektroliz qonunini tilga oladi. Mendeleev hamdardlik bilan elektr tokni kimyoviy harakat eltuvchisi sifatida faradeycha tushunchani qabul qiladi. Kimyo tarixida Faradey o`ziga munosib o`rinni egallagan.

M.Faradey

Faradeyga uning elektrga doir tadqiqotlari olamshumul shuhratini keltiradi. Erstedning kashfiyoti qirollik instituti olimlarini hayajonlantirib yubordi. Devi va Vollaston uning tajribalarini takrorlabgina qolmay, tok va magnitlar o`zaro ta`sirlashuvini namoyish etadigan yangi tajribalarni ham o`ylab topdilar. Faradey yangi kashfiyot bilan qiziqib qolib, sinchkovlik bilan birma-bir bu masalaga doir adabiyotni o`rgandi va 1821 - 1822 yillarda "Elektromagnetizm tarixidan tajriba" maqolasi bilan chiqdi. Ersted maqolasida tok atrofida aylanish sodir etilishi haqida fikrni uyg`otgan edi. Vollaston elektromagnit aylanishi haqida g`oyani bildirdi. Faradey bu g`oyaga mustaqil o`zi keldi va buni tajribada qanday qilib ro`yobga chiqarish mumkinligini o`ylay boshladi. U magnitning faqat bitta qutbiga tok ta`sirini o`tkazishga erishaoldi va simobli uzgich yordamida magnitni tok o`tayotgan o`tkazgich atrofida aylanishini amalga oshiraoldi. Bu ilk bor elektrodvigatelni Faradey 1821 yil dekabrda ishga tushirdi. Ana o`sha kezlari Faradey o`zining kundaligida magnetizmni elektrga aylantirish masalasini yozib qo`ydi. Bu masala hal etilishi uchun o`n yilga yaqin vaqt talab etildi. 1831 yil noyabrdan boshlab Faradey muntazam ravishda elektrga doir tadqiqotlarini bayon etuvchi chiqishlarini boshlab yubordi, ular "Elektrga doir eksperimental tadqiqotlar" sarlavhasi ostida uch tomli ishni tashkil etdi.

Bu mashhur kitobning qisqacha mazmuni bilan tanishib chiqaylik. 1831 yil 24 noyabr sanasi bilan belgilangan birinchi qismi quyidagi bo`limlar mavjud: elektr toklari induksiyasi, elektr va magnetizm yuzaga kelishi, materiyaning yangi elektrik holati, Arago tomonidan magnitli hodisalar tushuntirilishi, bularda Faradeyning elektromagnit induksiyaga doir asosiy tajribalari bayon etilgan. Yangi hodisa kashf qilingan birinchi tajribada Faradey ustiga biri biridan izolyasiyalangan ikkita chulg`am (o`ram) o`ralgan yog`och silindrdan foydalangan.

Ulardan biriga Galvanik batareya, ikkinchisiga esa galâanometr ulangan. Birinchi chulg`amda tok ulanib va uzilib turganda ikkinchi chulg`amga ulangan galâanometr nayzachasi u yoki bu tomon og`gan, bunda nayzacha zanjir tutashganda bir tomonga, zanjir uzilganda esa qarshi tomon burilgan. Bitta zanjirdagi elektr tokning boshqa zanjirga ta`sirini Faradey Volta-elektrik induksiya deb atadi. Agarda chulg`am ichiga temir joylashtirilsa, Volta-elektrik induksiya kuchayardi. Faradey ustiga izolyasiyalangan ikkita chulg`amli - birinchisi tok manbaga, ikkinchisi galvanometrga ulangan temir xalqa (tor) ko`rinishidagi induksion asbobni yasadi. Faradeyning xalqasi transformatorning birinchi modeli edi.

Undan so`ng Faradey oddiy magnitlar yordamida induksion ta`sirlarni oldi. Bu hodisalarni Faradey magnitoelektrik induksiya deb atadi. Faradey boshqa tok yoki magnit ta`siri ostida qolgan o`tkazgich o`ziga xos holatda bo`ladi deb hisoblagan, bu holatni u elektrotonik holat deb atadi. Bu nom fanda saqlanib qolmadi, lekin aynan shu yerdan elektromagnit o`zaro ta`sirlashuvlarda muhitning roliga doir Faradeyning tadqiqotlari boshlanib ketadi.

Muhimi shuki, Faradey induksiya jarayonining o`zgaruvchan xarakterini ta`kidlab o`tib, "induksiyalangan elektr to`lqini" haqida gapiradi. Bir necha oy o`tgandan so`ng, 1832 yil 12 martda u maxsus xatda induksion hodisalarning vaqtinchalik xarakteri ustidan o`tkazgan tajribalarining natijalarini qayd etadi, bu xat "Hozirgi kunda qirollik jamiyat zahiralarida muhrlangan holatda saqlashga mo`ljallangan yangicha nuqtai nazarlar" deb nomlangandi. 106 yildan so`ng, ya`ni, 1938 yilda zahiradan topilgan bu ajoyib xatda aniq - oydin qilib "magnitli o`zaro ta`sirlashuvi tarqalishi uchun vaqt talab etilishi", bitta magnitning ikkinchisiga ta`siri "magnit jismlardan ta`sirlanishi sekin-astalik bilan tarqalishi va tarqalishi uchun ma`lum vaqt talab etilishi" aytilgan. Faradey "elektr induksiya ham xuddi shunday tarzda tarqalishi"ni ko`rsatadi va "elektr induksiya tarqalishiga to`lqinlar nazariyasini tadbiq etish mumkin" deb hisoblaydi. Induksiya tarqalish jarayoni "to`lqinlangan suv sathining tebranishlariga yoki havo zarralarining tovush tebranishlariga" o`xshaydi. Faradey o`zining g`oyalarini tajribada tekshirib ko`rmoqchi ekanligini, lekin vaqti yetishmasligi tufayli qayd etilgan sana bilan kashfiyotni o`zining nomida qoldirilishi uchun xatini saqlashga topshirganligini yozadi. U "menga ma`lum bo`lishicha, hozirgi vaqtda mendan boshqa hech qaysi olim bunday nuqtai nazarga ega emas" deb ko`rsatadi.

Elektromagnit induksiya ochilishidan keyinoq, tezda elektromagnit to`lqinlar g`oyasiga kelgan Faradeyning ichki hissiyoti qoyil qoldiradi. Bu g`oyani o`ta muhim deb hisoblab, u maxsus xat orqali o`zining ustunligini aniq sana bilan mustahkamlanishini qayd ettirib qo`yib, mutlaqo to`g`ri ish qilgan edi.

Faradeyning ustunlikga doir qayg`usi juda o`rinlidir. "Elektrotonik holat haqida" bo`limining oxirida u induksiya kashfiyoti yuzasidan Frenel va Amperlarning ustunlikga doir da`volari haqida eslatib o`tadi. Bu kashfiyotga Faradeydan mustaqil ravishda Genri ham kelgan edi. Faradey asarlaridan so`ng ko`pgina fiziklar o`zlarining toklarning magnitli ta`siriga doir tajribalarida xuddi shunga o`xshash hodisalarni ko`rganliklarini anglab yetdilar. Kashfiyot "havoda uchib yurardi". Fan tarixida kashfiyotlarning pishib yetilish qonuni amal qiladi:

kashfiyot qilinishi bo`lgan vaqt keladi, u pishib yetiladi. Bunday hol tortishish qonun bilan bo`lgandi, matematik tahlil ochilishi ham shunday bo`ldi, induksiya qonuni bilan ham shunday bo`ldi.

Birinchi qismning oxirgi bo`limida Faradey Arago kashf qilgan hodisani tushuntiradi. Aylanayotgan mis disk tekisligi ustida joylashtirilgan magnit nayzacha aylanma harakatga keladi. Xuddi shunday, magnit aylantirilganda uning tepasiga osib qo`yilgan mis disk ham aylanma harakatga keladi. Faradey Arago tomonidan topilgan bu sirli hodisani elektromagnit induksiya ta`siri bilan tushuntirdi va Arago effekti "elektrning yangi manbasini" olishga imkon berishini ko`rsatdi. Magnit qutblari orasida mis disk aylanma harakatga keltirildi. Alanayotgan disk chetida va markazida o`rnatilgan siljuvchi kontaktlar hosil bo`lgan tokni galâanometrga ega zanjirga uzatib turadi. "Bu bilan oddiy magnitlar yordamida o`zgarmas tokni hosil qilish mumkinligi ko`rsatildi" deb yozadi Faradey. Faradey bu tajribada unipolyar dinamo-mashinani ixtiro qiladi. O`tkazgich yoki magnitlarni aylantirish bilan tokni hosil qilish tajribalarni turli ko`rinishda o`zgartirgan Faradey muhim xulosaga keladi: "Barcha bu natijalar tokni induksiya qilish xususiyati magnitning teng ta`sir etuvchi yoki uning kuch o`qi atrofidagi aylana bo`ylab namoyon bo`lgandek bo`ladi, xuddi shunday elektr tok atrofida aylanma joylashgan magnetizm kabi va shu bilan kuzatilgandek namoyon bo`ladi" deb yozadi u. Faradey topgan bu bog`lanishni keyinchalik Maksvell matematik tarzda ifoda etadi.

Faradey tomonidan o`rnatilgan induksiyaning elektr yurituvchi kuchi magnit oqimining o`zgarishida (ulashda, uzishda, induksiyalovchi o`tkazgichlardagi tok o`zgarishi, magnitning yaqinlashtirish va uzoqlashtirishda va hokazo) hosil bo`lish faktni Maksvell

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} \qquad (1)$$

tenglik bilan ifodaladi. Bu yerda ε – induksiyaning elektr yurituvchi kuchi, Φ – tok hosil bo`luvchi o`tkazgichni o`rab olgan magnit oqimi. Faradey tokni hosil qilish xususiyati "magnit teng ta`sir etuvchi atrofidagi aylana bo`ylab namoyon bo`ladi" deb aytadi. Maksvell ko`rsatishicha, bu o`zgaruvchan magnit maydon uyurmali elektr maydon bilan o`rab olingan degan ma`noni anglatadi. Faradey ochgan qonun vektor ko`rinishda

$$rot\,\vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \qquad (1')$$

tenglama bilan ifodalanadi.

Bu tengliklarda qo`yilgan minus ishorasi peterburglik akademik E.X.Lens (1804 yil 12 fevralda Derptta (Tartu) tug`ilgan, 1865 yil 29 yanvarda Rimda vafot etgan) o`rnatgan qoidasiga mos keladi. 1833 yil 29 noyabrda Lens Peterburg fanlar Akademiyasiga "Elektrodinamik induksiya orqali hosil bo`lgan Galvanik toklar yo`nalishlarini aniqlashga doir" ishini taqdim etadi. Bu ishda u Faradey Volta-elektrik va magnitoelektrik hollar uchun hosil bo`lgan toklar yo`nalishlarini aniqlashda turli qoidalarini berishiga e`tiborni qaratadi. Lens Faradey taklif qilgan turli qoidalar induksiyaning barcha hollarida bitta umumiy qoidaga bo`ysunuvchi

yagona induksion jarayon mavjudligini xiralashtirib qo`yishini tushundi. Bu umumiy qoidani Lens quyidagicha ta`riflaydi: "Agar metall o`tkazgich Galvanik tok yoki magnit yaqinida harakatlanayotgan bo`lsa, unda shunday yo`nalishdagi Galvanik tok hosil bo`ladiki, bu o`tkazgichni biz qo`zg`almas deb faraz qilsak, unda hosil bo`lgan tok uni qarama-qarshi tomon siljitgan bo`lardi; bunda qo`zg`almas o`tkazgich faqat harakat yo`nalishda yoki qarama-qarshi tomon siljiy oladi deb taxmin qilinadi".

E.X.Lents

Lens o`zining qoidasini qo`llashga doir bir qancha misollarni olib ko`radi va barcha hollarda uni hosil qildiruvchi induksion tok o`zgarishiga qarshi ta`sir etuvchi yo`nalishdagi tok hosil bo`lishini ko`rsatdi.

1846 yilda Frans Neyman (1798 - 1895) induksiya qonuni ifodasini quyidagi ko`rinishda topadi:

$$V = -\frac{\partial A}{\partial t},$$

bu yerda minus ishorasi induksion tokni hosil qilish uchun energiya sarflash lozimligini ko`rsatadi.

Faradey elektromagnit induksiyani tadqiq qilishni o`zining "Eksperimental tadqiqotlar"ining ikkinchi qismida (1832 yil yanvar oyi) davom ettirdi.

Uchinchi qismda (1833 yil, yanvar) Faradey elektrning turli xilligi, ya`ni, oddiy, Galvanik, jonivorli, induksion turlari mavjudligi haqidagi bahslarga chek qo`yadi. Bir qator tajribalar orqali elektrning barcha turlari biri biriga aynan o`xshashligini, ular faqat ishorasi bilan farqlanishini ko`rsatadi. Oddiy, Galvanik, magnitli, termik va jonivorli elektrlar o`tkazgan ta`sirlarini o`rganib chiqqan Faradey fundamental xulosaga keladi: "Elektrning alohida turlari, manbalaridan qat`iy nazar, ular tabiatan biri biriga aynan o`xshashdir".

1833 yilning iyunida elektroliz hodisalariga bag`ishlangan "Eksperimental tadqiqotlar"ning beshinchi qismi yuzaga keladi. Bu qismda, shuningdek, keyingi oltinchi, yettinchi va sakkizinchi qismlarida Faradey tokning kimyoviy ta`sirlarini tadqiq qilish bilan shug`ullanadi.

Tokning kimyoviy ta`sirlari Volta ustuni ixtiro qilinishi bilan ochilgandi. Devi elektrolitik parchalanish yo`li bilan ishqorli metallarni kashf qildi. Iogann Ritter Galvanik elementning qutblanishini topdi. qimizak (achchiq) suv orqali tok o`tkazilgandan so`ng, manbadan uzilgan va elektrolitda qoldirilgan elektrodlar o`tkazgich bilan ulanganda elektr kimyoviy parchalanish qarama-qarshi tomon davom ettirilishini payqab qoladi. Ana shunday tarzda akkumulyator kashf qilingandi.

Baltikalik olim Kristian Grotgus (1785 - 1822) elektroliz mexanizmini qutbiy zaryadlangan molekulalar zanjiri ko`rinishida ilk bor tasvirlashga urinib ko`rdi.

Beshinchi qismida Faradey elektrolizning aniq qonunini ifodalab beradi: "Parchalanuvchi modda: suvmi, tuz eritmalarimi, kislotami, eritilgan jismmi yoki boshqa narsadan iborat bo`lishidan qat`iy nazar, elektrning bir xil miqdori uchun elektr kimyoviy ta`sirlarning yig`indisi o`zgarmas kattalikdir, ya`ni, u har doim

oddiy kimyoviy o`xshashlikka asoslangan standart kimyoviy ta`sirga ekvivalent bo`ladi".

Ettinchi qismida Faradey bu qonunni ancha qisqartirib ifodalaydi: "Elektr tokning kimyoviy ta`siri o`tayotgan elektrning absolyut miqdoriga to`g`ri proporsionaldir".

Faradey hozirda ham ishlatilayotgan yangi atamalarni kiritadi. Parchalanuvchi eritmaga tokni eltuvchi elektrodlarni u anod va katod deb ataydi. Parchalanuvchi moddalarni u elektrolitlar, elektrolitlar parchalangandan keyin hosil bo`lgan moddalarni ionlar, to`g`rirog`i, ular anodda yoki katodda ajralib chiqishiga qarab anion va kation deb nomladi. "Ular hosil qilgan vaznli miqdorlarga teng sonlarni men elektr kimyoviy ekvivalentlar deb atayman".

Faradey uning elektr kimyoviy ekvivalentiga teng midorda ixtiyoriy moddani ajratib olish uchun bir xil miqdorda elektr talab etiladi degan muhim faktni o`rnatadi. Bu kattalik asosiy fizik konstantalaridan biri bo`lib, zamonaviy fizikada muhim rol o`ynaydi va "Faradey soni" deb ataladi.

Faradey bu faktni kimyoning asosiy tasavvurlari bilan bog`laydi. U yozadi: "Bu nazariyaga muvofiq jismlarning ekvivalent vaznlari elektrning teng miqdorlarini o`z ichiga olgan miqdorlardir... Boshqacharoq, agar atom nazariyani va undagi ifodalarni qabul qilsak, bir biriga oddiy kimyoviy ta`sir munosabatda ekvivalent jismlarning atomlari ular bilan tabiiy holda bog`langan elektrning teng miqdorlarini o`z ichiga olgan bo`ladi". Shunday qilib, Faradey modda atomlari bilan bog`langan qandaydir elementar zaryad haqidagi tasavvurga keladi. U "materiyaning atomlari qandaydir ko`rinishdagi elektr kuchlarga ega yoki bog`langandirlar, va ulardagi ajoyib xususiyatlari, shu bilan ularning kimyoviy o`xshashliklari aynan shu kuchlardandir" deb yozadi.

Mana shularning barchasi Faradeyni ilk bor elementar elektr zaryad, elektr diskretligi haqida fikr bildirgan, moddaning elektronli nazariyasi asoschisi deb ta`kidlashga asos beradi. Bu fikrlar yettinchi qismning o`n uchinchi bo`limida bayon etilib, u "Materiyaning atomlari yoki zarralari bilan bog`langan elektrning absolyut miqdori haqida" deb nomlanadi. Nomidan gap nima haqda ketishi o`z-o`zidan ravshan.

"Elektr tokning o`ziga o`zi induktiv ta`siri va umuman elektr toklarning o`zaro induktiv ta`siri haqida" deb nomlangan to`qqizinchi qismida Faradey o`zinduksiya hodisasi haqida bayon etadi. Bu hodisa biri biridan mustaqil ravishda amerikalik Genri va ingliz Jenkinlar tomonidan kashf qilingan edi. Faradey faqat Jenkin haqida gapiradi, Genri kashfiyoti to`g`risida u bilmagan bo`lishi mumkin. Zamonaviy fizika induktivlik birligiga genri nomini berib Genri ustunligini abadiylashtirdi.

Faradey hozirda ham ma`ruzalarda o`zinduksiya hodisasini namoyish etuvchi eksperimental qurilmani bayon etadi. U o`zinduksiya mexanikadagi inersiyaga o`xshashligini ta`kidlaydi, o`tkazgichning induktivligi uning shakliga bog`liqligini va o`tkazgichni spiral kabi o`ralsa ayniqsa ortishini ko`rsatadi. Bularning barchasi uni elektrotonik holat g`oyasiga qaytishga va elektr hamda magnit kuchlar orasidagi bog`lanishni yana bir bor tadqiq qilishga majbur etadi.

Faradeyning fikri tinimsiz qtkazgichlar atrofidagi fazoga murojaat qiladi va uning miyasida maydonning chuqur g`oyasi pishib yetiladi.

O`n birinchi qismda Faradey moddalarning dielektrik xossalarini batafsil o`rganadi, ularning xarakteristikalarini ifoda etish uchun u solishtirma induksiya yoki solishtirma induktiv xususiyat deb nomlanuvchi maxsus sonni kiritadi. Bu kattalik keyinchalik dielektrik doimiysi deb nomlandi, hozirda u dielektrik qtkazuvchanlik deb ataladi. Dielektriklar ustidan olib borgan tadqiqoti Faradeyni yana atrof fazoda egri chiziqlar bo`ylab yoyilgandek bo`lib tarqaladigan elektr o`zaro ta`sirlashuvlarda muhitning roli mavjudligi haqidagi fikrga qaytaradi. Bu narsani Faradey alohida ta`kidlab o`tadi, chunki u olisdan turib oniy ta`sirlashuvi tarafdorlari qabul qilgan masofadan turib ta`sir etish tasavvurga qarshi deb hisoblaydi.

Dielektriklar ustidan olib borgan tajribalardan Faradey gazlarda elektr razryadni tadqiq qilishga o`tadi. U atmosfera bosimidagi va siyraklashgan holdagi gazlarda razryadlarning shakllarini tavsiflaydi. Siyraklashgan gazdagi razryadda Faradey katod va anodda yog`dulanib turgan sohalarini ajratib turuvchi qoramtir fazoni topadi. Bu qoramtir soha hozirda faradey bo`shlig`i deb nomlanadi. Shunday qilib, Faradey fizikaning muhim sohasi bo`lgan gazlardagi razryadlarni batafsil o`rganishga asos soldi, bu sohani u muhim deb hisoblagan, keyingi tarixiy taraqqiyoti davomida bu sohadan elektronika, rentgenofizika, radioaktivlik yuzaga keldi.

"Elektrga doir eksperimental tadqiqotlar"ning o`n oltinchi va o`n yettinchi qismlarida Faradey elektr tokning kontaktli nazariyasi tarafdorlari bilan kimyoviy nazariya tarafdorlari orasidagi munozarani olib ko`radi. Voltadan boshlangan kontaktli nazariya turli jinsli metallarning "quvvatning manbasini kontaktdan topadi", kimyoviy esa, Faradey iborasi bilan "kimyoviy kuchda", yoki hozirda kimyoviy energiyadadir. Kimyoviy nazariya tarafdori bo`lgan Faradey o`zining fikrini ko`p sonli mulohaza va eksperimental faktlar bilan asoslaydi. Yakuniy xulosa sifatida u to`g`ridan to`g`ri "kontaktli nazariya kuch ... hech narsadan, ta`sir etuvchi materiyaning hech qanday o`zgarishisiz va yaratuvchi kuchning biror sarf-harajatisiz tok hosil bo`lib, o`zgarmas qarshilikga qarshi doimo yurib turadi..." deb ko`rsatadi. "Bu haqiqatdan ham kuchning yaratilishi bo`lar edi, va bu kuch tabiatdagi hech bir kuchga o`xshamaydi" deb davom ettiradi Faradey.

Bu so`zlar 1840 yil yanvarida, energiya saqlanish qonuni hali ochilmagan paytda yozidgan edi, lekin Faradey bu qonun unga ma`lum bo`lganidek yozadi. Ustiga ustak, u energiyaning u ko`rinishidan bu ko`rinishga aylanish manzarasini aniq tasavvur etaoladi. "Biz kuch shakli shunday o`zgarib ketadiki, u yaqqol boshqa narsaga aylanishi yuzaga keladigan juda ko`p jarayonlarni ko`rishimiz mumkin. Shunday qilib biz kimyoviy kuchni elektr tokga yoki elektr tokni kimyoviy kuchga aylantirishimiz mumkin. Zeebek va Pelt`yelarning ajoyib tajribalari issiqlik va elektrning o`zaro o`zgarishlarini ko`rsatsa, Ersted tajribalari va men o`zimning tajribalarim elektrning magnetizmga o`zaro aylanishlarini namoyon etadi. Lekin hech qaysi holda, xatto elektr ilonbaliq va dengiz balig`i bo`lmish skat bilan bo`lgan hollarda ham sof kuch yaratilishi yo`q; uni

oziqlantiruvchi biror mos narsani sarflamasdan kuchni yaratib bo`lmaydi" deb yozadi u.

1839 yil 29 dekabrda yozilgan o`n yettinchi qismning 2071 paragrafi, umuman olganda, energiyaning saqlanish va aylanish qonunining tugallangan sifatiy ifodasidir. Bu yerda bayon etilgan Faradeyning fikrlari energiya saqlanish qonuni nuqtai nazariga juda yaqin. Faradey o`zining tajribasida qonunning bu tomonini his etdi. U "magnetizmni elektrga aylantirdi", elektr zanjirda kimyoviy o`zgarishlarni tadqiq qildi, nihoyat, u yorug`likni magnetizmga, tortishini elektr va magnetizmga aylantirishni axtargan edi. 1834 yil yozida elektr va magnit hodisalarning o`zaro ta`sirlashuviga doir ommabop ma`ruzalarni o`qib turib, oxirgi leksiyani "kimyoviy o`xshashlik, elektr, issiqlik, magnetizm va materiyaning boshqa kuchlari" orasidagi o`zaro ta`sirlashuvlari masalasiga bag`ishladi.

Faradeyning bu falsafiy yo`l-yo`rig`i kattagina darajada uning ilmiy muvaffaqiyatlariga erishishni osonlashtirardi. U elektromagnit induksiyani tasodifan topgani yo`q, uni u o`n yil davomida zo`r berib axtardi. 1845 yil kuzida u keyinchalik fanda Faradey effekti deb nom olgan qutblanish tekisligining magnitli aylanishini ochadi. Bu nozik effekt ham tasodiy kashfiyot bo`lgani yo`q.

Faradey effektiga bag`ishlangan o`n to`qqizinchi qismni u quyidagi iqrorlik bilan boshlaydi: "Men anchadan beri ... turli shakllarda namoyon bo`luvchi materiyaning kuchlari umumiy yaratilishga ega, yoki, boshqacharoq aytadigan bo`lsak, shunchalik bir-biriga yaqin qondosh va bir-biriga bog`liqki, ular biri biriga aylanishlari mumkin va o`zining ta`sirlarida kuch ekvivalentlariga egadirlar degan fikrda edim va unga endi butkul ishonch hosil qila boshladim". Faradey u anchadan beri va muvaffaqiyatsiz "yorug`lik va elektr orasidagi to`g`ridan to`g`ri bog`lanishni ochmoqchi edim" va "nihoyat, yorug`lik nurini magnitlantirishga va elektrlashga hamda magnit kuchli chiziqni yoritishga erishdim" deb ma`lum qiladi. Undan so`ng u magnit maydon yordamida yorug`likning qutblanish tekisligini aylantirishga doir tajribalarini bayon etadi.

Tabiatdagi turli kuchlarning o`zaro almashishi haqidagi fundamental g`oya Faradeyda yana bitta fundamental g`oya, ya`ni, fizikaviy jarayonlarda muhitning faol axamiyati, shu jumladan, bo`sh fazoning faolligi bilan qo`shilardi. Yigirmanchi qismda u magnit maydonning turli muhitga ta`sirini bayon eta turib, diamagnetizm va paramagnetizmlarni (atamalar Faradey tomonidan kiritilgan) topadi.

Moddaning elektr va magnit xossalarini batafsil o`rganish oqibatida Faradeyda yangi fundamental g`oya, ya`ni, maydon g`oyasi paydo bo`ladi. Faradey sinovchi chulg`am va ballistik galâanometr yordamida magnit maydonni tadqiq qilish eksperimental uslubiyatni ishlab chiqdi. U magnit maydonni kuch chiziqlari yordamida tasvirlash usulini kiritdi. 1851 yilda u "Men, … vakuumning magnit kuchga va magnitdan tashqarida sodir etilayotgan magnit hodisalarning umumiy xarakterini o`rgana turib, kuch uzatish aynan magnitdan tashkarida sodir bo`layotganligi fikridaman; men bu hodisalar faqat masofadan turib oddiy tortishish yoki itarishish natijasida sodir bo`lishi mumkin emas deb hisoblayman" deb yozadi. Ta`kidlab o`tish joizki, Faradey zamondoshlari masofadan turib oddiy tortishish va itarishish g`oyasini ma`qul ko`rgan edilar.

Osmon mexanikasida tortishish qonuni formulasi ajoyib tarzda o`zini oqlagan Nyutonning mavaffaqiyatlari haddan ziyod edi. Bu formulani eslatuvchi Kulon qonunlari elektrostatika va magnitostatikalarning matematik nazariyasini rivojlantirishga imkon berdi. Amper bu sxemaga elektromagnetizmni ham qo`shishni uddaladi. Endi Amperning qonunini umumlashtirgan holda ularga Faradey tomonidan ochilgan induksion jarayonlarni ham qo`shish qolgandi. Bu masalani o`z oldiga Vilãelì Veber (1802 - 1891) qo`ydi, oxir oqibat u zaryadlangan elektr zarralarning o`zaro ta`sirlashuv formulasini topishga muvaffaq bo`ldi (1846). Biroq, bu formulaga nafaqat o`zaro ta`sirlashayotgan zarralarning zaryadi va vaziyatlari, balki unga zarralarning nisbiy tezligi va tezlanishi ham kirardi, natijada u Nyuton va Kulon qonunlariga sira o`xshamas va hisob yuritishda ancha murakkab edi.

Faradey esa masofadan turib ta`sirlashish konsepsiyasidan butunlay voz kechdi va fizikaga butkul yangi ob`ektni, ya`ni, fizik maydonni kiritdi. "Magnitga bu nuqtai nazardan yondoshilganda butun magnit sistemaning to`liq qismini tashkil qilgan uni o`rab turuvchi muhit yoki fazo magnitning o`zi kabi, muhim rol o`ynaydi" deb yozadi Faradey 1852 yilda. Faradey uchun maydon - nurlanuvchi, fazoda chekli tezlik bilan tarqaluvchi, modda bilan o`zaro ta`sirlashuvchi narsadir. Bunday maydon misolida quyosh nurlanishini olishimiz mumkin. Bu holda nurlar (kuch chiziqlarni namoyon etuvchi) oraliq fazo orqali o`tadilar; lekin bu yerda ularning yo`lida joylashgan turli muhitlar orqali bu chiziqlarga ta`sir o`tkaza olamiz. Biz akslantirish yoki sindirish yo`li bilan ularning yo`nalishlarini o`zgartirishimiz, egri chiziqli yoki siniq yo`llardan o`tishga majbur etishimiz mumkin. Ular oxirgi manzillariga yetib borguncha biz ularni manbadan ajratib olishimiz, undan so`ng axtarib topishimiz mumkin. Ular vaqt bilan bog`langan va quyoshdan Yergacha yetib kelishlari uchun 8 minut vaqtni talab etadilar; shunday qilib, ular o`zining manbasidan ham, yetib borishi lozim bo`lgan joyidan ham mustaqil bor bo`ladilar. Shunday qilib, ular yaqqol farqlanuvchi fizik mavjudlikga egadirlar.

Faradey uzoq davom etgan ilmiy izlanishlar natijasida kelgan maydon konsepsiyasi ana shundaydir, uning birlamchi chizmasini u 1832 yildagi o`zining muhrlangan xatida bayon etgandi. Faradey orqali fizikaga modda zarralari bilan bir qatorda materiyaning yangi shakli - zarralar tomonidan nurlantirayotgan va yutilayotgan hamda fazoda chekli tezlik bilan tarqaluvchi maydon kirib keldi. Bu g`oyaning matematik shakli Faradey ishining genial davomchisi Jeyms Klerk Maksvell tomonidan qayta ishlandi.

Zo`r berib qilingan og`ir mehnat Faradeyning ruhiy kuchlarini bukib qo`ydi. U tez-tez xotirasi susayishidan shikoyat qilaboshlaydi: "Bir kun avval chiqargan xulosalarimni ertasiga eslay olmayapman... Men u yoki bu so`zni qaysi harflar bilan ifodalashni ham unutib yuborayapman" deb yozadi u xatlaridan birida. Ana shunday ahvolda u uzoq yillar davomida, yildan yilga faoliyatining doirasi torayib, so`nib bordi. U 1867 yil 25 avgustda vafot etdi.

Termodinamikaning yuzaga kelishi va rivojlanishi. Karno

Agar XVIII fizikada (mexanika bundan mustasno) tajriba hukm surgan bo`lsa (buning uchun fizikani "barcha narsani tajribalar orqali bilish mumkin" bo`lgan fan deyishgan), XIX asrdagi manzara o`zgarib bordi. Eksperimental fizika nazariyga nisbatan ustivorligi davom etgan, va o`zi ham tajribachi bo`lgan "Annalen der Physik" deb nomlanuvchi yetakchi fizik jurnalining muharriri Poggendorf jurnal betlariga "metafizika" tushib qolmasligi haqida astoydil qayg`uradi. Biroq, endi Yung va Frenellarning to`lqinli optikasi nafis va zukkolik bilan bajarilgan tajribalar majmuasidan tashqari izchil nazariy tizimni o`z ichiga olgan ediki, bu narsa Gamilòonga kuzatilishi qiyin va nozik bo`lgan konussimon refraksiya hodisasini bashorat qilishga imkon berdi. Gauss va Grin qo`llaridagi elektrostatika va magnitostatika Nyutoncha tortishish nazariyasi andozasida rivojlanib bordi, va uning asosiy natijalari hozirda ham nazariy fizika kurslariga kiradi. Amperning elektrodinamikasi xuddi shunday matematik nazariya elektromagnetizm uchun ham ishlab chiqishiga umid tug`dirardi. Lekin Faradeyning ulkan kashfiyotlari barcha umidlarni puchga chiqarib yubordi, va garchi axtarishlar davom etilayotgan bo`lsada, Maksvellga qadar elektrodinamikada g`oyaviy parokandalik hukm surardi.

Nazariy qayta ishlashga hammadan ham issiqlik hodisalari qiyinchilik tug`dirardi. Bu yerda empirik faktlar to`plash jarayoni ketar, issiqlik xarakteristikalar, ya`ni, kengayish koeffitsiyentlari, issiqlik o`tkazuvchanlik, solishtirma issiqlik sig`imlarni o`lchash usullari ishlab chiqilmoqda edi. Bu o`lchashlar shiddat bilan rivojlanib borayotgan issiqlik texnikasi uchun ham zarur edi. "A`lo hazrat bug`" fabrika va zavodlarda, temir yo`llarda, dengiz va daryo yo`llarida ishlardi. Bug` mashinasi avj olib rivojlanayotgan kapitalistik industriyaning asosiy va yagona dvigateli edi.

Kapitalistik Fransiyaning hukumati "bug` mashina nazariyasi uchun muhim bo`lgan sonli qiymatlarni topish maqsadida bajarilayotgan" Anri Viktor Renyo (1810 - 1878) tadqiqotlariga mablag` ajratishni lozim deb topdi. "Renyo ixtiyoriga topshirib qo`yilgan katta mablag`lar unga na imoratdan, na apparatlarning o`lchamidan tortinmasligiga imkon berdi" deb yozadi A.G.Stoletov. Renyo laboratoriyasi College de France bog`ida o`zi qurgan chog`roqqina binoda joylashgan edi. Laboratoriya termodinamik tadqiqotlar uchun yaxshi jihozlangandi, unda 4 ot kuchiga ega bug` mashinasi, gazometrlar, 20 metr uzunlikga ega manometrlar, aniq termometrlar, barometrlar, simobning absolyut kengayishini aniqlovchi asbob, kalorimetrik o`lchashlar uchun ishlatiladigan asboblar va xokazo mavjud edi. 1854 yildan boshlab Renyo Sevr chinni fabrikasining direktoridir, u yerda Renyo uchun issiqlikga doir tadqiqotlarni olib borishga ixtisoslashgan keng laboratoriya barpo etiladi. Renyo o`zining tadqiqotlariga yosh olimlarni jalb qiladi. Fransiya, Germaniya, Italiya Shvesiya, Shveytsariya va Rossiyadan kelgan yosh tadqiqotchilar asosan Renyoning Sevrdagi laboratoriyasida ishlardilar. U yerda o`tkazilgan tadqiqotlar turli suyuqliklarning bug` holatidan suyuq holatiga va aksincha o`tishlaridagi yashirin issiqlikni aniqlashga doir edi. Renyo taklif qilgan issiqlikni o`lchash usullari oliy o`quv yurtlarining ilmiy va o`quv laboratoriyalariga ko`chirilardi, va XX asrda

ham universitelarning deyarli barcha issiqlikga doir amaliyotlari "Renyocha" qo`yilgandi.

Renyoning tadqiqotlari XIX asrning o`ttizinchi yillari oxirida bosilib chiqa boshladi. 1847 yilda uning "Jamoat ishlar vazirlarining farmoniga binoan korxonalarning tajribalari haqida axborotlari"ning birinchi bobi chiqdi. Renyo laboratoriyasi uning oxirgi asarlari bilan birgalikda Parijni 1870 yilda nemislar tomonidan ishg`ol etishda yo`q qilib tashlangandi.

Renyo XIX asr fizikasidagi eksperimental yo`nalishining yorqin namoyondasi edi. A.G.Stoletov unga juda to`g`ri tasnif bergandi: "Renyo, agar chala o`rganilgan faktlarni umumlashtirilishiga shubha bilan qarashini hamda shu paytgacha qat`iy qonunlar deb qabul qilingan holatlarning noaniqligini oshkor qilishini eòiborga olmasak, fanga yangi g`oyalarni kiritmasdi. Issiqlikning mexanik nazariyasi kabi yangi g`oyalar fanga Renyoni chetlab o`tib, to`g`rirog`i, unga qarshi kirib keldi, u bularni bir kunda qabul qilmadi. U o`zini yollangan ishchi, material to`plovchi, o`lchovchi deb hisoblar, va bu so`zning to`g`ri ma`nosida unga teng keladigani yo`q edi".

Stoletov tomonidan berilgan bu o`ta muhim tasnif faqatgina Renyoga tegishli bo`lib qolmay, XIX asrning birinchi yarmisidagi ko`pgina, xatto aksariyat ko`pchilik fiziklarga taalluqli edi. Shunday qilib, misol tariqasida tilga olingan va elektr o`lchashlar rivojiga ma`lum xissa qo`shgan Iogann Kristian Poggendorf ana shunday edi. Yana shundaylardan biri tanish bo`lgan "Magnus effekti"ni kashf qilgan Genrix Gustav Magnusni (1802 - 1870) aytish mumkin. Stoletov aytganidek, bu maktabning fiziklari yangi nazariy umumlashmalarga bezovtalik va shubha bilan qarardilar, natijada termodinamikaning yuzaga kelishi qiyin kechdi.

Umuman amaliy faoliyatga moyillik sezilgan bir pallada asrning birinchi choragida qilingan nazariy xarakterga ega ikkitagina tadqiqot alohida ajralib turadi. Ulardan birinchisi matematik xarakterga ega bo`lib, matematik fizikaning rivojlanishiga sezilarli ta`sir etdi. U fransuz matematik Jan Batist Jozef Fur'yye (1768 - 1830) tomonidan bajarilgandi. Uning "Issiqlikning analitik nazariyasi" nomlangan ishi issiqlik o`tkazuvchanlik matematik nazariyasini o`z ichiga olgandi, bu masala bilan Fur'yye 1807 yildan shug`ullana boshlagandi. Fur'yye issiqlik o`tkazuvchanlikning differensial tenglamasini chiqardi va ayrim xususiy hollar uchun berilgan chegaraviy shartlarda integrallash usullarini qayta ishlab chiqdi. O`zining matematik nazariyasida Fur'yye funksiyani trigonometrik qatorga (Fur'yye qatorlari) yoyilishini qo`lladi. Matematikada bu masalaga doir munozara serhosil bo`lib chiqdi, va matematik fizikaga Fur'yyening qatorlari va integrali pishiq bo`lib kirib qoldi.

Fur'yye issiqlikga qandaydir suyuqlik (teplorod) sifatida qarardi. Undan ortig`i unga kerak emas edi va uning nazariyasi teplorod nazariyasining muvaffaqiyatlaridan biri bo`lib qoldi. Bu nazariyaga qo`shilganlardan biri - atoqli olim, harbiy muxandis Sadi Karno (1796 - 1832) edi. Sadi Nikola Leonard Karno fransuz inqilobining mashhur "g`alabasining tashkilotchisi" Lazar Karnoning katta o`g`li edi. Sadi 1796 yil 1 iyunda tug`ilgan. 1812 yilda u Politexnik maktabga o`qishga kiradi va 1814 yili harbiy muxandis bo`lib bitiradi. U davrga kelib Napoleon yer bilan yakson qilingan va Muqaddas Yelena oroliga badarg`a

qilingandi. Sadining otasi qoralangan, Karnoning harbiy mavqesi ham shubha tug`dira boshladi. Maktabni bitirganiga uch yil o`tgandan so`ng u imtixonni topshiradi va asosan ilm, musiqa va sport bilan shug`ullanib, poruchik lavozimida bosh shtabga o`tadi. 1824 yilda uning "Alanganing harakatga keltiruvchi kuchi haqida fikr-mulohazalar" deb nomlanuvchi asosiy ishi bosilib chiqadi. To`rt yildan so`ng Karno kapitan lavozimida iste`foga chiqib ketadi. U 1832 yil 24 avgustda vabodan vafot etadi.

"Alanganing harakatga keltiruvchi kuchi va bu kuchni ishlab chiqarishga imkon beruvchi mashinalar haqida fikr-mulohazalar" issiqlikning ulkan harakatlantiruvchi kuchi tasnifidan boshlanadi. "Bu kuchni ishlab chiqarish va bizning ehtiyojlarimizga moslashtirish - issiqlik mashinalarni chiqarishdan maqsad shudir" deb yozadi Karno. U issiqlik mashinalarni tez sur`atlar bilan rivojlanishini tasniflaydi va kelajakda ularning hizmatlari ulkanligini bashorat qiladi: "Agarda qachonlardir issiqlik mashinalarning takomillashuvi ularni o`rnatish va qo`llashni shunchalik arzonlashtirsa, unda u barcha biz istagan sifatlarni o`z ichiga jamlab oladi va u sanoatda shunchalik katta rol o`ynaydiki, uning kattaligini avvaldan bashorat qilib bo`lmaydi, chunki u nafaqat hozirda qo`llanilayotgan dvigatellarni istagan yerga olib qo`yishga imkon beruvchi qulayroq va qudratliroq dvigatelga almashtiribgina qolmay, balki qo`llanilgan ishlab chiqarishni jadal rivojlantirishga va xatto yangi sanoatlarni ishga tushirishga imkon beradi". Karnoning bashorati ajoyib tarzda tasdiqlandi. Ichki yonish dvigatellar va bug` turbinalari keng rivojlandi, yangi sanoatlarni, ya`ni, aviasion va avtomobilsozlik sanoatlarni yuzaga keltirdi. XX asrning ikkinchi yarmisidagi yaratilgan yangi dvigatellar, ya`ni, raketalar o`ta tezkor havo transportni bunyodga keltirdi va insoniyatni kosmosga olib chiqdi.

"Issiqlikning harakatga keltiruvchi kuchi" bizning kunlarimizda katta rol o`ynaydi. Lekin Karno davrida u ko`p sarfli bug` mashinasi sifatida endigina o`z yo`lini boshlagan edi. Garchi Severi va Nþkomen davridan yuz yildan ortiq vaqt o`tgan bo`lib, bug` mashinasi sanoatda mahkam o`rnashib qolgan bo`lsada, uning ishlash tamoyili hanuzgacha noaniq edi, Karno qayd etganidek "issiqlikdan harakatni chiqarib olish hodisasi yetarlicha umumiy nuqtai nazaridan ko`rib chiqilmagandi".

Karno bug` mashinalarning tasodifiy empirik takomillashuvi noto`g`riligini ko`rdi, u issiqlik texnikaning nazariy asoslarini yaratmoqchi bo`ldi. Maxsus tadqiqot doirasidan ancha chetga chiqib ketgan Karno ishining ulkan tarixiy axamiyati ham ana shundadir. Xarakterli joyi shundaki, u o`zining ishida mavjud bug` mashinalar bilan chegaralanib qolmadi, u umuman issiqlik dvigateli haqida gapiradi. "Issiqlikdan harakat ajratib olishning tamoyilini to`liqroq o`rganish uchun uni biror bir aniq agentdan ozod etilgan holda o`rganish lozim; nafaqat bug` mashinalarga, balki ishda qo`llangan modda va harakat qay yo`sinda keltirilishidan qat`iy nazar barcha issiqlik mashinalariga tadbiq etilishi mumkin bo`lgan fikr-mulohazalarni o`tkazish shart" deb yozadi Karno.

Shunday qilib, amaliyotda uchragan va yo`l ko`rsatib bergan aniq masaladan kelib chiqqan holda Karno shu masalaning umumiy holdagi abstrakt yechimini, ya`ni, termodinamik usulini ifodalab berdi.

Karnoning risolasi termodinamikaga asos soldi. Karno termodinamika sikllar usulini kiritdi. Hozirda Karno sikli barcha fizika darsliklariga kiritilgan. Ularda Karnoda bo`lmagan jarayonni tushuntirib beruvchi diagramma hamda ideal gazga doir hisob-kitoblar kiritilgan. Diagramma va hisob-kitoblar 1834 yilda Karno ishini takrorlagan Klapeyron tomonidan berilgan.

Benua Pol Emil Klapeyron (1799 - 1864), fransuz akademigi va muxandisi, 1820 - 1830 yillarda Peterburgdagi aloqa yo`llar muxandislari instituti professori bo`lgan. 1834 yilda u Karno siklining qo`llaniladigan umumiy ko`rinishini hamda gaz holatini ifodalovchi umumlashgan tenglamasini beradi. Erish nuqtaning bosimga bog`lanishi haqidagi xulosa (Klapeyron - Klauzius tenglamasi) ham unga mansubdir.

Karno o`zining tadqiqotida xali teplorod nazariyasiga tayangan edi. U issiqlik mashinaning ishini teplorodning yuqori pog`onadan quyi darajaga tushishi oqibati deb qaraydi. "Bug` mashinalardagi harakatlanuvchi kuchning paydo bo`lishi teplorodning haqiqiy sarflanishi hisobiga emas, balki uning qaynoq jismdan sovuq jismga o`tishidandir..." deb yozadi Karno.

Umumiy xulosani Karno quyidagicha ifodalaydi: "Issiqlikning harakatga keltiruvchi kuchi uni rivojlantirish uchun olingan omillarga bog`liq bo`lmaydi; uning miqdori faqat va faqat jismlar orasidagi haroratlariga bog`liq bo`ladi. Ular orasida oxir oqibat teplorod o`tishi yuzaga keladi".

Bizning kunlarimizda Karnoning bu xulosasi boshqacharoq talqin qilinadi: ideal issiqlik mashinaning foydali ish koeffitsiyenti ishchi moddaga bog`liq bo`lmaydi, u faqat qizdirgich bilan muzlatgich haroratlariga bog`liq bo`ladi.

Bu xulosa termodinamikaga fundamental tamoyil sifatida kirib keldi, Klapeyron tomonidan bayon etilgan va 1843 yilda Poggendorf "Annallar"ida nemis tilida bosilib chiqqan Karnoning bu ishi esa V.Tomson va R.Klauzius tadqiqotlari uchun boshlang`ich nuqta bo`lib xizmat qildi va oqibatda termodinamikaning ikkinchi Asosi kashf qilinishiga olib keldi.

Garchi Karno o`zining ishida teplorodning noto`g`ri nazariyasiga tayangan bo`lsada, u bu nazariyaning kamchiliklarini tezda payqay oldi. Karno o`zining ishiga quyidagi mazmundagi qo`shimcha qiladi: "Issiqlik nazariyasi tayanadigan asosiy holatlar diqqat bilan tadqiqotlar o`tkazishni talab etadi. Tajribalardan olingan ayrim ma`lumotlar nazariyaning hozirgi holatida izohlab bo`lmaydigan darajada tushunarsiz bo`lib tuyuladi". Karno vafotidan so`ng ukasi uning kundaliklaridan e`lon qilgan parchalarida u: "Issiqlik harakatlantiruvchi kuchdan o`zga narsa emas, yoki, to`g`rirog`i, o`z shakli-shamoyilini o`zgartirgan harakatdir; qayyerda harakatlanuvchi kuch yo`q qilinsa, u yerda bir vaqtning o`zida yo`qolgan harakatlanuvchi kuch miqdoridagi issiqlik paydo bo`ladi. Aksincha: har doim issiklik yo`qolganda harakatlantiruvchi kuch paydo bo`ladi.

Shunday qilib, umumiy holatni bayon etish mumkin: harakatlantiruvchi kuch tabiatda o`zgarmas miqdorda mavjud; u, umuman olganda, hech qachon paydo qilinmaydi, hech qachon yo`q qilinmaydi ham; u faqat shaklini o`zgartiradi, ya`ni, u harakatning bir turini yoki boshqa turini keltirib chiqaradi, lekin hech qachon yo`q bo`lmaydi" deb yozadi.

Agar biz "harakatlantiruvchi kuch" so`zini "energiya" so`zi bilan almashtirsak, energiya saqlanish qonunining tugallangan ifodasini qo`lga kiritamiz. Oxirgi formulasida Karno issiqlikning mexanik ekvivalenti qiymatini beradi. U 370 kgs · m 1 kkalga teng, ya`ni, to`g`ri tartibdagi kattalikga ega.

Shunday qilib, XIX asrning 30-chi yillariga kelib issiqlik haqidagi Lomonosovning g`oyalariga qaytadigan payt keldi. Afsuski, u davrga kelib Lomonosovning nomi g`arbda butkul hotiradan chiqarilib ulgurilgan va issiqlikning mexanik nazariyasi asoschilariga bu nazariyani qayta yaratishlariga to`g`ri keldi.

Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni kashf qilinishi

Issiqlik materiyaning "sezib bo`lmas" mayda zarrachalarning harakati shakli bo`lishi mumkin degan nuqtai nazar XVII asrdayoq bildirilgan edi. F.Bekon, Dekart, Nyuton, Guk va ko`pgina boshqa olimlar issiqlik modda zarrachalarining harakati bilan bog`liqdir degan fikrga kelgandilar. Bu g`oyani to`laligicha va aniq qilib Lomonosov quvvatlagan va qayta ishlab chiqqandi. Biroq u yolg`iz edi, uning zamondoshlari hanuzgacha teplorod tarafdorlari edilar, va biz ko`rganimizdek, bu konsepsiya XIX asrning ko`pgina buyuk olimlari tomonidan qo`llab-quvvatlanib kelingan.

Eksperimental teplofizikaning, va birinchi navbatda kalorimetriyaning muvaffaqiyatlari teplorod foydasiga guvoxlik bergandek tuyulardi. Biroq, aynan o`sha XIX asr issiqlik mexanik harakat bilan bog`liq ekanligiga ishonchli dalillarni keltirdi. Albatta, ishqalanishda issiqlik ajralib chiqishi azaldan ma`lum edi. Issiqlik tarafdorlari bu hodisada ishqalanishda elektrlanishga o`xshash narsani ko`rardilar, ya`ni, ishqalanish jismdan teplorodni sitib chiqarishga ko`maklashadi deb o`ylardilar. Biroq 1798 yilda Benjamen Tompson (1753 - 1814) (u 1790 yildan graf Rumford bo`lib olgan edi) Myunxendagi harbiy ustaxonalarida muhim kuzatuvni bajardi: to`p quvurida ariqcha parmalanayotganda katta miqdorda issiqlik ajralib chiqishini aniqladi. Bu hodisani batafsilroq tadqiq qilish maqsadida Rumford to`p yasaladigan metalldan ishlangan silindrda ariqcha parmalashga doir tajriba o`tkazdi. Parmalangan ariqcha ichiga devorlariga zich turgan o`tmas parma joylashtirilib harakatga keltirilgan. Silindr ichiga joylashtirilgan termometr 30 minut davom etgan jarayonda harorat Farengeyt bo`yicha 70 gradusga ko`tarilganligini ko`rsatgan. Rumford tajribani silindr va parmani suv solingan idishga joylashtirgan holda takrorlab ko`rdi. Parmalash jarayonida suv qizigan va 2,5 soatdan so`ng qaynagan. Rumford bu tajribani issiqlik harakat shakli ekanligini isbotlaydi deb hisoblagan.

Ishqalanish orqali issiqlik olishga doir tajribalarni Devi takrorlab ko`rdi. U ikki bo`lak yaxni biri biriga ashqalab, ularni eritardi. Devi teplorod haqidagi gipotezani chetga surib qo`yish kerakligi, issiqlikga esa materiya zarralarining tebranma harakatidir deb qaralmog`i lozim degan xulosaga keladi. Bu gipoteza Yung tomonidan quvvatlandi. 1837 yilda nemis aptekachi (1867 yildan esa farmakologiya professori) Fridrix Mor (1806 - 1879) "Annalen der Physik" jurnali muxarriri Poggendorfga "Issiqlik tabiati haqida" maqolani yuboradi. Muxarrir maqolani unda yangi eksperimental ma`lumotlar yo`q degan baxona bilan qabul

qilmaydi. Bu maqolada Mor ochiq - oydin issiqlik harakat shakli ekanligini ko`rsatib o`tgan edi.

Biz, 1839 - 1840 yillarda kontaktli nazariya tarafdorlari bilan bahslashuvida Faradey kuchlarning almashinishida ularning miqdoriy kattaligi o`zgarmasligi g`oyani ta`kidlaganini ko`rgan edik. Faradey fikrlash xarakteriga ko`ra professional olimlardan keskin farq qilardi. Shuning uchun to`liq ishonch bilan aytish mumkinki, energiya saqlanish va almashinish qonuni g`oyasi mutaxassis fiziklarda pishib yetilmagan. Va bu buyuk qonunni hayotga tadbiq etishda ham o`zga mutaxassislar muhim rol o`ynagan. Shifokor Mayyer, pivo pishiruvchi Joul, shifokor Gelmgols - mana shu uch kishining nomlari energiya saqlanish va almashinish qonuni kashfiyotchilari sifatida fan tarixida abadiy muhrlanib qoldi.

Yu.R.Mayyer

Mayyer. Yulius Robert Mayyer 1814 yil 25 noyabrida Geylbronnda aptekachi oilasida tug`ildi. U tibbiyot bo`yicha ma`lumot oldi, bir necha oy Parij klinikalarida ishlab malaka ortdirdi va kema shifokori sifatida Yava oroliga jo`nadi. Bir yil (1840 - 1841) davom etgan suzishda shifokor Mayyer o`zining buyuk kashfiyotiga keldi. Uning aytishicha, bu xulosaga tropiklardagi odamlarning qoni rangi o`zgarishiga doir kuzatuvlar undadi. Bataviyada reydda turganda ko`p sonli qon olishlarni o`tkazgan Mayyer "qo`ldagi tomirdan chiqarilgan qon o`ta qizil rangi bilan ajralib turardi, rangiga ko`ra adashib arteriyaga tushib qolmadimmi deb o`ylashim mumkin edi". Bundan u "tananing xususiy harorati bilan atrof muhit iliqligi orasidagi harorat farqi ikkala turdagi qonning, ya`ni, arteriya va vena tomirlardagi qon ranglarining miqdoriy munosabatdagi farqi bilan mos tushsa kerak... Rangdagi bu farq kislorodni is`temol qilish o`lchamini yoki organizmda kechayotgan yonish jarayoni kuchini ko`rsatadi" degan hulosaga keladi.

Mayyer davrida organizmning tirik kuchi haqidagi ta`limot (vitalizm) keng tarqalgan edi. Tirik organizm unda o`ziga xos tirik kuch mavjud bo`lganligi uchun harakatlanadi. Bu bilan fiziologik jarayonlar fizik va kimyoviy qonunlar doirasidan olib tashlanardi va faqat sirli bo`lgan tirik kuchga bog`liq bo`lib qolardi. Mayyer o`zining kuzatuvlari bilan organizm tabiiy fizikaviy-kimyoviy qonunlar bilan, va eng avvalo energiyaning saqlanish va almashinish qonuni bilan boshqarilishini ko`rsatdi. Sayohatdan qaytib kelgan zahotiyoq u "Kuchlarni miqdoriy va sifatiy aniqlash haqida" maqolani yozadi va 1841 yil 16 iyunda Poggendorfning "...Anallari" jurnaliga yuboradi. Poggendorf maqolani bostirmadi ham, muallifga qaytarmadi ham, bu maqola uning ish g`aladonida 36 yil yotdi va uning vafotidan so`nggina topildi.

Mayyerning ishiga nisbatan talabchan bo`lishiga Poggendorfda ma`lum sabablar bor edi. Unda buyuk g`oya hali aniq shaklga kirmagan, maqolada ayrim mavhum, xatto noto`g`ri ta`kidlar mavjud edi. Shu bilan birga unda ayrim dohiyona fikrlar yangrardi, bu esa Mayyer o`zi qilgan kashfiyoti naqadar buyukligini yaxshi tushunganidan dalolat beradi. U "biz barcha hodisalarni mavjud bo`lgan ayirmalarni yo`q qilishga va barcha narsalarni yagona matematik nuqtada

bir jinsli massaga birlashtirishga yo`naltirilgan qandaydir birlamchi kuchdan chiqarishimiz mumkin" degan umumiy qayddan boshlanadi. Demak, Mayyerga ko`ra, olamdagi barcha harakat va o`zgarishlar shu ayirmalarni yo`q qilishga intilgan kuchlarni hosil qiluvchi "ayirmalar" tufayli yuzaga keladi. Lekin harakat to`xtamaydi, chunki bu kuchlar yo`q bo`lmaydi va ular ayirmalar muvozanatini tiklaydilar. "Shunday qilib, tamoyilga ko`ra berilgan kuchlar miqdori modda kabi o`zgarmas ekan, ular bizga mantiqan ayirmalar mavjudligini, binobarin, material olamning davomiyligini ham ta`minlab beradi".

Mayyer tomonidan taklif etilgan bunday ta`rif osongina tanqidga uchrashi mumkin. "Ayirma" tushunchasi oydinlashtirilmagan, "kuch" termini ostida nazarda nima tutilganligi noaniq. Bu - qonunni his etishi, lekin qonunning o`zi emas. Lekin keyingi bayonidan kuch ostida u massaning tezlikga ko`paytmasi bilan o`lchaladigan harakat sababini nazarda tutgani tushunarli bo`lib qoladi. Biroq, sabablar amalga oshirgan ta`siri bilan o`lchalani, demak, "bu ko`paytma MC aniq kuch V ni ham ifodalaydi; biz $V = MC$ deb faraz qilamiz". Harakat miqdorini "kuch" bilan aralashtirib yuborgan Mayyerning hatosi ravshan, keyinchalik uni "harakat energiyasi" deb tushunadi. Lekin ajoyibi shundaki, teng tezliklar bilan qarama-qarshi kelayotgan teng massali ikkita jismning to`qnashuvlarini olib ko`rayotganda Mayyer yo`qolgan mexanik harakatini 0 ("nol") operatori bilan ifodalaydi va mutlaqo noellastik to`qnashuvda $2AC$ harakati (A – jismlar massasi, C – tezlik) yo`qolgan emas, balki boshqa shaklga kirgan deb hisoblaydi, uni avvaliga $02AC$, keyinchalik esa $02MC$ deb belgilaydi. Mayyer harakatning bu ko`rinishini issiqlik deb hisoblaydi va "$02MC$ ning neytrallashgan harakati, chunki harakat haqiqatdan ham qarama-qarshi tomonlarga sodir etilmaydi, issiqlikni ifodalashi mumkin.

Harakat, issiqlik, va keyinchalik biz ko`rsatmoqchi bo`lgan elektr, bular barchasi yagona kuchga keltirilishi mumkin bo`lgan hodisalardir, ular bittasi ikkinchisi bilan o`lchaladi va ma`lum qonuniyatlarga binoan biridan ikkinchisiga o`tib turadi" deb yozadi.

Bu - kuchning, ya`ni, energiyaning saqlanish va almashinish qonunining yetarlicha aniq va ravshan ifodasidir. Tekst parchasining birinchi qismida Mayyer noellastik to`qnashish holi uchun ushbu qonundan aniq va ravshan foydalanish misolini keltiradi: ("harakatlar haqiqatdan ham qarama-qarshi yo`nalishlarda sodir etilmayotgan ekan"), yo`qolgan mexanik harakat issiqlikga aylanadi. Dekart ham, va ayniqsa Lomonosov bu haqda faqat fikr yuritgan bo`lsalar, endi Mayyer uzil-kesil ta`kidlaydi: "... Hosil bo`lgan issiqlik, - deb yozadi u, - yo`qolgan harakatga proporsionaldir". Biroq, bu tugallanmagan ishida Mayyer xali issiqlikni mexanik ekvivalentining miqdoriy qiymatini bermaydi. Bunday baho 1842 yilda "Annalen der chemie und Pharmazie" da bosilib chiqqan Mayyerning keyingi, "Notirik tabiat kuchlari haqida mulohazalar" ishida berilgan.

Bu yerda Mayyer o`ziga "kuch" tushunchasini oydinlashtirish va ular orasidagi o`zaro nisbatlarini topishni maqsad qilib qo`yadi. Mayyer fikri bo`yicha, kuchlar sabablar bo`lgani uchun ularga umumiy falsafiy "...causa aequat effectum (sabab ta`sirga teng)" o`rinli bo`ladi. Sabablar va ta`sirlar zanjirida hech qaysi xad nolga teng bo`laolmasligi sababli kuchlar buzilmasdir. Shu bilan birga turli

sabablar bitta mohiyatning turlicha namoyon bo`lishidir. "... Sabablar - deydi Mayyer, - miqdoriy buzilmas (emirilmas) va sifatiy boshqa ob`ektlarga aylanishga moyildirlar". Mayyer fikricha, tabiatda sabablarning ikki xil turi, ya`ni, material va kuchlar mavjuddir. "Demak, kuchlar - buzilmas, o`zgarishga qodir vaznsiz ob`ektlardir".

Bunday ob`ektlarga "... vaznli ob`ektlarning fazoviy ayirmalari" kiradi, ya`ni, hozirda biz bularni og`irlik maydonidagi vaznli jismning potensial energiyasi deb ataymiz. Mayyer ta`kidlab o`tadiki, u tushish kuchi deb atagan kuch uchun ko`tarilish ham jism og`irligidek zarur bo`lib, jismlarning tushishini faqatgina og`irlik ta`siridir deb bo`lmaydi. Tushish kuchining yo`qolishi tirik kuchning paydo bo`lishi bilan kechadi, uni Mayyer massaning tezlik kvadratiga ko`paytmasi bilan o`lchaydi. Mayyer bo`yicha, tirik kuchlar saqlanish qonuni "sabablarning buzilmasligi (emirilmasligi) umumiy qonuniga" asoslangandir.

Biroq, "hodisalarning cheksiz sonida" tushish kuchi harakat yoki yukning ko`tarilishiga aylanavermaydi va Mayyer "Biz tushish yoki harakat kuchi deb bilgan kuch yana qanday shaklga kirishi mumkin?" degan savolni qo`yadi. Bu savolga javobni ishqalanishda issiqlik ajralib chiqishini ko`rsatuvchi tajriba namoyon etadi. "... Yo`qolib borayotgan harakat uchun ko`p hollarda... issiqlikdan boshqa hech qanday ta`sir topilmasligi mumkin, hosil bo`lgan issiqlik uchun esa harakatdan boshqa sabab topilmay qolishi mumkin" deydi Mayyer. Mayyer bu fikrini o`zining davridagi lokomotiv misolida oydinlashtiradi: "Lokomotiv va unga qo`shilgan poyezdni qayta ishlovchi apparatga taqqoslash mumkin: qozon tagida yoqilgan issiqlik harakatga aylanadi, bu narsa (harakat) esa g`ildiraklar o`qlarida issiqlik ko`rinishida qayta hosil bo`ladi".

Yuzaga kelgan issiqlik texnikasi (teplotexnika) Karnoga uning ajoyib risolasi uchun mavzu bergandi, energiyaning saqlanish va aylanish qonuni yaratuvchilariga ham ularning buyuk g`oyasini yetkazib berdi. Mayyerning birinchi bosma ishida paydo bo`lgan lokomotiv timsoli buni yaqqol ko`rsatib turibdi.

Undan so`ng Mayyer "aniqlangan tushish yoki harakat miqdoriga qancha issiqlik miqdori qanchalik mos kelishi" masalasi, ya`ni, ishning termik ekvivalenti haqida savol qo`yadi. O`zgarmas bosim va hajmdagi gazlar orasidagi issiqlik sig`imi nisbatlaridan foydalangan holda u "og`irlik birligini taxminan 365 metrdan tushirish suvning teng vaznini 0 dan 1 ga isitish mos kelar ekan"ligini aniqlaydi. Shunday qilib, Mayyer issiqlikning mexanik ekvivalentini topishning to`g`ri usulini ko`rsatadi va Karno kabi uning tartibini to`g`ri baholaydi. Fan tarixi Mayyerning xizmatini to`g`ri baholadi va $c_p - c_V = R$ tenglamaga "Mayyer tenglamasi" nomini berdi.

Ajoyib tomoni shundaki, Mayyer o`zining natijalaridan bug` mashinalarining nomukammalligi haqida to`g`ri xulosa chiqaradi. "Agar bu natijani bizning eng yaxshi bug` mashinalarimizning foydali ishi bilan taqqoslasak, qozon tagida yoqilgan issiqlikning juda kichik qismigina harakat yoki yukni ko`tarishga sarflanishini ko`rishimiz mumkin" deb yozadi u. Va bu yerda Mayyer "C va 0 orasidagi kimyoviy ayirmadan tashqari harakatga keltirishning

boshqacharoq, samaraliroq yo`lini, ya`ni, kimyoviy yo`l bilan ishlab chiqarilgan elektr orqali harakatga keltirishning yo`lini topish lozim"ligi haqida ajoyib bashorat qiladi.

Lokomotivlarni almashtirgan zamonaviy elektrovozlar Mayyerning haqligini isbotladi. Biroq, avtomobillar va traktorlardagi ichki yonish dvigatellarni qulay va tejamli kimyoviy manbalardan oziqlanadigan elektr motorlarga almashtirish masalasi hanuzgacha hal qilinmay kelayotir. Xulosa qilib aytish mumkinki, garchi "kuch" termining ikki xil ma`noligiga, tirik kuchning noto`g`ri o`lchamiga ($\frac{mv^2}{2}$ o`rniga mv^2) qaramay, Mayyerning bu ishi energiya saqlanish va almashish qonuni tarixida asos soluvchi ish deb hisoblanishi mumkin.

Kuchlar (energiya) miqdoriy saqlangan holda sifatiy o`zgarishlariga doir Mayyerning g`oyasi ayniqsa muhimdir. Geylbronnda 1845 yilda bosilib chiqqan "Modda almashinishi oqibatida organik harakat" broshyurasida Mayyer energiya aylanishining turli-tuman shakllarini batafsil tahlil qiladi. Mayyer avvaliga o`zining maqolasini 1842 yildagi maqolasi bosilgan o`sha "Kimyo va farmasiya Annallari"da bosib chiqarmoqchi edi, biroq muharrir Libix oynoma kimyoga doir maqolalar bilan to`lib ketganligini baxona qiladi va maqolani Poggendorf "Annallari"ga yuborishni tavsiya etadi. Mayyer, Poggendorf hozirgi maqolasini ham 1841 yildagi maqola singari tashlab qo`yishini tushunib, uni o`z yonidan bosib chiqarishga qaror qiladi.

Shunday qilib, Mayyerning birinchi maqolasi umuman bosilmadi, ikkinchisi - fiziklar tomonidan o`qilmaydigan kimyoviy oynomada bosilib chiqdi, uchinchisi esa xususiy broshyurada chiqdi. Oydek ravshanki, Mayyerning kashfiyoti fiziklargacha yetib bormadi va saqlanish qonunni undan mustaqil ravishda va boshqacha yo`llar bilan boshqa mualliflar, va eng avvalo Joul va Gelmgolslar ochishdi. Shuningdek, tabiyiki, Mayyer unga qattiq ta`sir qilgan birinchilik haqidagi munozaralarga tortilib qoldi.

Mayyerning broshyurasiga qaytaylik. U texnika va tabiatshunoslikda matematika "tabiiy-ilmiy tadqiqotning pishiq o`zagi sifatida" keng qo`llanilayotgani ta`kidi bilan boshlanadi, Biroq, biologiyada uning ta`siri yetarlicha emas, "matematik fizika va fiziologiya orasida chuqur jar sezilib turibdi". Mayyer risolasining maqsadi - "... ikkala fanni yaqinlashtirish mumkin bo`lgan usulni topish"dir.

Mayyerning ziyrakligiga, oldindan ko`ra bilishligiga va maqsadni tanlashdagi dadilligiga tan bermay iloj yo`q. Faqatgina bizning kunlarimizda kibernetik usullar kiritilishi bilan Mayyer fikr qilgan biologiya, matematika va texnika yaqinlashuvi boshlandi.

Mexanikadagi g`oyalarni fiziologiyaga tadbiq qilishni maqsad qilib qo`ygan Mayyer kuch tushunchasini aniqlashga kirishadi. Va bu yerda u yana harakat hech narsadan paydo bo`lmasligi fikrini takrorlaydi. "Ex nihilo nil fit" ("hech narsadan hech narsa bo`lmaydi"), kuch - harakat sababchisidir, sabab esa yemirilmas ob`ektdir. "Berilganning miqdoriy doimiyligi tabiatning oliy qonunidir, u teng holda kuchga ham, materiyaga ham taallukli" deb e`lon qiladi Mayyer. Bu

formulirovka ajoyib tarzda "harakat qoidalarining o`ziga ham" tarqaladigan Lomonosovning "butun dunyoviy qonuni"ni eslatadi.

Ta`kidlab o`tish lozimki, Lomonosov va Mayyerlar tomonidan "saqlanishning butun dunyoviy qonunni" "tabiatning oliy qonuni" ko`rinishida olg`a surishi zamonaviy fanda qabul qilingan va u ilmiy tadqiqotning asosiy tayanchi sifatida saqlanishning ko`p sonli konkret qonunlarini shakllantirib beradi.

Mayyer modda saqlanish qonuni kimyoning asosi, kuch saqlanish qonuni esa fizikaning asosi deb hisoblaydi. "Kimyoda moddaga nisbatan bajarilgan narsasi fizikada kuchga nisbatan bajariladi" deb yozadi Mayyer. U, fizikaning yagona maqsadi - turli shakldagi kuchlarni o`rganish, uning aylanish sharoitlarini tadqiq qilishdir deb uqdiradi. Shunday qilib, Mayyer bo`yicha, agar kimyo moddaning o`zgarishi haqidagi fan bo`lsa, unda fizika kuch, ya`ni, energiyaning almashish (o`zgarish) haqidagi fandir.

O`zining broshyurasida Mayyer kuchning turli shakllarini sanab o`tadi. Birinchidan, bu "harakatning tirik kuchi", ya`ni, harakatlanayotgan massalarning kinetik energiyasi. Ikkinchi o`ringa Mayyer "tushish kuchi"ni, ya`ni, ko`tarilgan yukning potensial kuchini qo`yadi. "Tushish kuchi kattaligi vaznning berilgan balandlikga ko`paytmasi bilan o`lchansa, harakat miqdori - harakatlanayotgan massaning uning tezlik kvadratiga ko`paytmasi bilan o`lchanadi. Ikkala kuch, shuningdek, "mexanik effekt" umumiy nom ostida birlashadi".

Mayyer o`jarlik bilan kinetik energiyadagi ½ koeffitsiyentini tushirib qoldirib ketsada, u potensial va kinetik energiyalarni mexanik energiyaning ikki xil shakli (mexanik effekt) sifatida to`g`ri birlashtirmoqda.

Insonning tarixiy maqsadi - harakatni olish uchun tabiat kuchlaridan foydalanish lozimligini esga olib, Mayyer unga zamondosh bo`lgan texnikaviy amaliyotni quyidagi so`zlar bilan tasniflaydi: "Yangi zamon chekiga avvaldan qolgan kuchlarga, ya`ni, harakatlanayotgan havo va tushayotgan suvga yana bitta yangi kuchni qo`shish nasib etmoqda. Bizning asrimizdagi kishilar hayrat bilan boqayotgan bu yangi kuch issiqlikdir". Undan so`ng Mayyer "Issiqlik - kuchdir, u mexanik effektga aylantirilishi mumkin" deb ta`kidlaydi. Mayyerning bu ta`kidi zamonaviy tilda isiqlik - bu energiyadir, u mexanik ish bajarishi mumkin deb yangraydi. U poyezdlar birikmasini tortayotgan lokomotiv ishini hisoblab chiqadi va "Lokomotivda harakatlantiruvchi kuch - issiqlikdir" deb ta`kidlaydi.

Mayyer gazlarning issiqliq sig`imlari ayirmalaridan issiqlikning mexanik ekvivalentini batafsil hisoblab chiqaradi (ayrim hollarda bu hisob-kitoblar maktabdagi fizika darsliklarida keltiriladi) va havo uchun issiqlik sig`imi nisbatlarini 367 kgs · m / kkal (1 kgs · m – ilgari ishlatilib kelingan ish birligi. U 9,8 J ga teng) aniqlagan Delarosh, Berar, shuningdek, Dyulong o`lchashlariga tayangan holda uni topadi.

Mayyer uglerodning issiqlik yaratuvchanlik xususiyatiga doir ma`lumotlar keltiradi va issiqlik mashinalarning foydali ish koeffitsiyenti pastligiga e`tiborni qaratadi, unga zamondosh bo`lgan bunday mashinalarda foydali ish koeffitsiyentining maksimal qiymati 5 – 6% tashkil etsa, lokomotivlarda u bir foizga yetmas edi.

Undan so`ng Mayyer elektrga o`tadi. U ishqalanish orqali elektrlanishni, elektroforning ta`siri ko`rib chiqadi va bu yerda "mexanik effekt elektrga aylanishini" ko`rsatadi. Magnetizmda to`xtalib o`tib, u mexanik effektining sarflanishi ham elektr, ham magnetik kuchlanish hosil qilishi haqida hulosa chiqaradi. Mayyerning bu yerdagi tahlilida issiqlik va mexanik harakatdagi o`zaro ta`sirlashuvi kabi tugallanganlik va aniqlik yetishmaydi. U vaqtlarda elektr va magnetizm issiqlik kabi batafsil o`rganilmagan, elektr o`lchashlar sifatiy xarakterga ega, asosiy tushunchalar xali aniq qayta ishlab chiqilmagan edi. Bu jarayonlar energiya saqlanish qonuniga bo`ysunishini tushunib yetgan Mayyerning dohiyona ichki tuyg`usiga qoyil qolish kerak.

O`zining tahlili so`nggida Mayyer "kimyoviy kuch"da to`xtaladi. qizig`i shundaki, kimyoviy energiya masalasi unda quyosh sistemasi energetikasi masalasi bilan qorishib ketilgan. U, "Erda sodir etilayotgan barcha faolliklarni harakatda tutib turuvchi mexanizmning uzluksiz burab turuvchi prujinasi" bu bizning Yerga ham tushayotgan quyosh energiyasi (kuchi) oqimidir, deb ko`rsatadi. Mayyer Yerdagi hayotni ta`minlovchi, quyosh nurlari ta`siri ostida havo va suvning aylanib turishini va hayotiy jarayonlar uchun Quyosh energiyasining to`planish mexanizmining tasvirini chizib beradi.

"Tabiat Yerga uchib kelayotgan yorug`lik oqimini tutish, eng harakatchan kuchni harakatsiz holatga keltirib, uni to`plashni maqsad qilib qo`ygan. Bu maqsadni amalga oshirishda u yer qobig`ini tirik mavjudotlar bilan qopladi, ular hayot kechirish jarayonida quyosh nurini yutadilar va bu kuchdan foydalanganlarida uzluksiz qayta tiklanadigan kimyoviy farqlar yig`indisini yuzaga keltiradilar. Bu mavjudotlar - o`simliklardir" deb yozadi Mayyer.

Shunday qilib, Mayyer o`simliklarning kosmik ahamiyatini ochib berdi va fan oldida fotosintez muammosini qo`ydi. Kitobidagi tirik mavjudotlarda quyosh energiyasining almashinuvlari tahliliga bag`ishlangan satrlar buyuk olim K.A.Timiryazevni ilhomlantiradi va u o`zining "quyosh, hayot va xlorofill" nomli kitobiga Mayyerning shu maqolasidan parchasini epigraf qilib oladi. Timiryazev bu kitobida "Mayyer nuqtai nazaridan ko`rilayotgan uglerodni o`zlashtirish jarayoni yangicha va yanada kengroq ma`noda qiziqish uyg`otadi" deb alohida urg`u beradi.

Mayyer o`zining g`oyalarini rivojlanishini 1848 yildagi "Osmon dinamikasining ommabop bayoni" broshyurasi bilan tugatadi, unda u quyosh energiyasi manbalari muammolari haqidagi masalani hal qilmoqchi bo`ladi. Mayyer quyoshdagi energiyaning ulkan sarfini qoplash uchun kimyoviy energiya yetarli emasligiga tushunib yetadi. Biroq, Mayyer davrida energiya manbalaridan faqatgina mexanik energiya ma`lum edi. Va Mayyer, Quyosh issiqligi uni atrof fazoning har tomonidan tushib bombardimon qiluvchi meteoritlar bilan to`lib boradi, degan xulosaga keladi. 1851 yildagi "Issiqlikning mexanik ekvivalentiga doir izohlar" ishida Mayyer kuchni saqlanish va almashish qonuni haqidagi o`zining g`oyalarini qisqa va ommabop qilib bayon etadi. Bu yerda u ilk bor o`zining sohadagi peshqadamligini himoya qiladi. U, kashfiyoti Yava orolidagi kuzatuvlar natijasida tasodifan sodir etilganligini tan oladi, biroq, "bu, har qalay, mening xususiy huquqim, va men o`zimning peshqadamlik haqqimni himoya

qilishda hech ikkilanmayman" deydi. U 1842 yildagi o`zining maqolasini dalil qilib ko`rsatadi, undan parchalar keltiradi, issiqlikning mexanik ekvivalenti qiymatini keltiradi, keyinchalik energiya deb nomini olgan kuchga doir o`zining nuqtai nazarini tushuntiradi. Undan so`ng Mayyer energiya saqlanish qonuni, "shuningdek, uning sonli qiymati, ya`ni, issiqlikning mexanik ekvivalenti deyarli bir vaqtning o`zida Germaniya va Angliyada bosilib chiqqani"ni ko`rsatadi. U Joul tadqiqotlariga ishora qiladi va energiya saqlanish va almashish qonunini u "so`zsiz, mustaqil ravishda" kashf qilishini va "keyinchalik qonunni asoslab berish va rivojlantirishda ko`pgina muhim ishlar uniki" ekanligini tan oladi. Biroq Mayyer o`zining peshqadamlik huquqini berib qo`ygisi yo`q va uning ishlaridan u foyda ketidan quvmayotgani ko`rinib turganini ko`rsatadi. Lekin, bu narsa o`zining huquqidan voz kechishni anglatmaydi.

Peshqadamlikga doir vazminlik va o`z qadrini bilgan holdagi muomalasi, Timiryazev aytganidek, atrofidagi nodonlarning hasadi unga yetkazgan qalbidagi chuqur jarohati va ruhiy holatini niqoblaydi. Oqibatda u 1850 yilda o`z joniga qasd qilib derazadan o`zini tashlaydi va umrbod cho`loq bo`lib qoladi. Uni gazetalarda ta`qib ostiga olishgan, kamsuqum va xalol olimni ulug`lik savdoyiligida ayiblashgan, psixiatriya shifoxonasida majburan "davolatishgan". "Uni o`rab turgan ojiz iste`dodsiz muhitda u genial olim bo`lgani tufayligina" Mayyerni ta`qib ostiga olganlar va butun hayotini zaharlaganlar haqida Timiryazev qattiq g`azab bilan yozgan.

Mayyer 1878 yil 20 martda vafot etadi. Vafotidan avvalroq, 1874 yilda energiyani saqlanish va almashish qonuniga doir "Issiqlik mexanikasi" nomi ostida uning asarlar to`plami bosilib chiqdi. 1876 yili uning "Torrichelli bo`shlig`i haqida" va "Kuchlarning erkinlashuvi haqida" so`nggi maqolalari bosilib chiqdi.

Joul. Mayyer tomonidan energiya saqlanish qonunining falsafiy keng tushuntirilishi va bu qonunni hayot va koinot hodisalariga tadbiq ettirishi fiziklarni hijolat qilardi va ular tomonidan metafizik fikrlar sifatida qabul qilishga undardi. Biroq Joul tomonidan Mayyer bilan deyarli bir vaqtda, lekin mustaqil olib borgan tajribalar Mayyer umumlashmalariga tajribalarga tayangan pishiq asos bo`ldi.

J.P.Joul

Djeyms Preskott Joul, manchesterlik pivo pishiruvchi, katta pivo pishirish zavodining egasi, 1818 yil 24 dekabrda tug`ilgan. U elektr tadqiqotlar va elektr asboblar ixtiro qilish bilan erta qiziqib qolib, ular haqida kichkina maxsus jurnalda muntazam bayon etardi. 1841 yilda u "Philosophical Magazine"da elektr tokining issiqlik effekti haqida maqola bosib chiqaradi, unda utkazgichda tok tomonidan ajrataoladigan issiqlik miqdori tok kuchining kvadratiga proporsional ekanligi bayon etilgan edi.

Jouldan ancha oldin xuddi shunday tadqiqotlar peterburglik akademik E.X.Lens tomonidan boshlab yuborilgan edi, u o`zining ishini 1843 yilda "Galvanik tok issiqlikni hosil qilish qonunlari haqida" nomli maqolasida bosib chiqargan edi. Lens undan ilgarilab ketgan Joul tadqiqotlarini eslaydi, lekin,

natijalari "umuman olganda, Joul natijalari bilan mos tushsada", biroq "Joul ishlari keltirib chiqargan asosli e`tirozlardan holi" deb hisoblaydi.

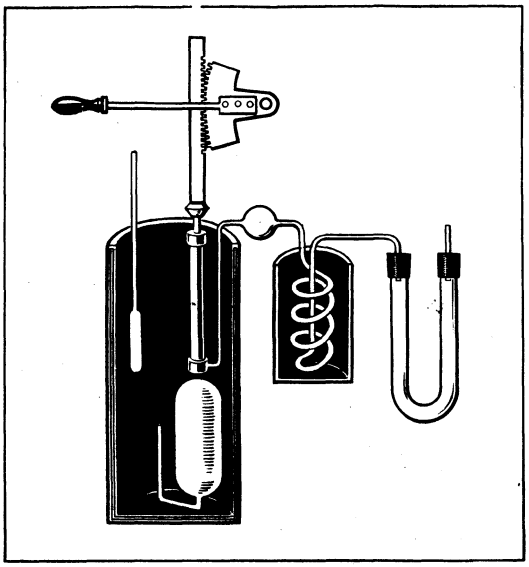
Lens tajribaning uslubiyatini batafsil o`ylab qayta ishlab chiqdi, tok o`lchagichi vazifasini o`tayotgan tangens-galâanometrni sinab tekshirib ko`rdi, u qo`llayotgan qarshilik birligini (eslatib o`tamiz, u vaqtga qadar Om qonuni keng qo`llanilib yoyilmagan edi), shuningdek, tok va elektr yurituvchi kuchlarning birliklarini, oxirgisini tok va qarshilik birliklari orqali ifodalab aniqladi.

Lens qarshiliklarning hulqini, jumladan qattiq jismdan suyuq jismga o`tishdagi "o`tuvchi qarshilik"ning mavjudligi haqidagi masalani batafsil o`rganib chiqdi. Bu tushuncha Om qonuni xali yalpi tan olinmagan davrda ayrim fiziklar tomonidan kiritilardi. Undan so`ng u asosiy tajribaga o`tdi, natijalarini esa quyidagi ikkita hol uchun shakllantirib berdi:

"1. Galvanik tok tomonidan sim qizdirilishi simning qarshiligiga proporsionaldir.

2. Galvanik tok tomonidan sim qizdirilishi qizitish uchun foydalanilayotgan tok kvadratiga proporsionaldir".

Lens tajribalarining aniqligi va batafsilligi bu qonunni Joul - Lens qonuni nomi ostida tan olinishiga olib keldi.



Joul tajribasining chizmasi

Joul o`zining elektr tok yordamida issiqlik ajratishga doir tajribalarini issiqlik va ish orasidagi o`zaro bog`lanishni topish uchun keyingi tadqiqotlariga tayanch punkt qilib oldi. Birinchi tajribalaridayoq u galvanik batareya qutblarini ulab turuvchi simda ajralib chiqayotgan issiqlik batareyadagi kimyoviy o`zgarishlari tufayli hosil bo`lishini tushuna boshladi, ya`ni, qonunning energetik ma`nosi oydinlasha boshladi. "Joul issig`i" (hozirda elektr toki yordamida hosil qilinadigan issiqlik shunday nomlanadi) hosil bo`lishi masalasini yanada chuqurroq aniqlash maqsadida u induksiyalangan tok bilan ajratiladigan issiqlikni tadqiq qilaboshladi. 1843 yil avgustida Britaniya Assotsiasiyasi majlisida bayon etilgan "Magnitoelektrik tokning issiqlik effekti va issiqlikning mexanik effekti haqida" deb nomlangan ishida Joul issiqlikni magnitoelektrdan (elektromagnit induksiya) foydalangan holda mexanik ish yordamida hosil qilish mumkinligi va bu issiqlik induksion tok kuchining kvadratiga proporsional ekanligi haqida xulosa shakllantirib berdi.

Tushayotgan yuk yordamida induksion mashinaning elektromagnitini aylantirib, Joul tushayotgan yuk ishi bilan zanjirda ajralayotgan issiqlik orasidagi nisbatlarini aniqladi. O`zining tajribalari asosidagi o`rtacha natija sifatida u "bir funt suvni Farengeyt bo`yicha bir darajaga isitib beraoladigan issiqlik miqdori 838 funtni bir fut vertikal balandlikga ko`taraoladigan mexanik ishga aylantirish mumkin"ligini aniqladi. Funt va fut birliklarini kilogramm va metrlarga, Farengeyt

darajasini Selñiy darajasiga aylantirib, Joul hisoblab chiqqan issiqlikning mexanik ekvivalenti 460 kgs · m / kkal ekanligini aniqlab olishimiz mumkin.

Bu xulosa Joulni boshqa, yanada umumiyroq xulosaga olib keladi, bu haqda u keyingi tajribalarida tekshirib ko`rishga va`da beradi: "Tabiatning qudratli kuchlari... yemirilmasdir, va ... har doim mexanik ish sarflangan holda issiqlikning aniq ekvivalent miqdori ajralib chiqadi. U tirik issiqlik tanadagi kimyoviy o`zgarishlar oqibatida hosil bo`lishini, kimyoviy o`zgarishlarning o`zi esa "atomlar tushishi" natijasida hosil bo`ladigan kimyoviy kuchlar ta`siri natijasidir" deb ta`kidlaydi. Shunday qilib, 1843 yildagi ishida Joul ham ilgari Mayyer qilgan xuddi o`sha xulosalariga keladi.

Britaniya Assotsiyasiyasi majlisi Joulning axborotini shubha bilan qabul qildi. Bunday inqilobiy nuqtai nazari bilan chiqqanda Joul xali 25 yoshga ham to`lmagandi. Biroq, Joul o`z tadqiqotlarini davom ettirdi va 1845 yilda "Havoni quyuqlashtirish va siyraklashtirish tufayli haroratning o`zgarishlari haqida" ishini bostirib chiqardi. 1843 yildagi ishi kabi, eksperimental qurilma kalorimetr vazifasini o`tayotgan suv to`ldirilgan idishga joylashtirilgandi. qurilma bosim beradigan nasos va siqilishi lozim bo`lgan havoga ega idishdan iborat bo`lgan. Havo 22 atmosferagacha siqilgan va unda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori o`lchalgan.

Joul o`zini moxir va mulohaza bilan ish yurituvchi tajribachi ekanligini ko`rsatdi. U kelayotgan havoning harorati o`zgarmasligini ta`minladi, ishqalanishdan hosil bo`ladigan issiqlikning tuzatmasini hisobga oldi va bu tajribada issiqlikning mexanik ekvivalenti kilokaloriyaga 795 futo-funt (436 kgs · m / kkal) teng ekanligini aniqladi. Undan so`ng suv solingan idishga naycha bilan birlashtirilgan ikkita bir xilda idish joylashtirdi. Idishlarning birida havo 22 atmosferagacha siqilgan, boshqasida so`rib olib tashlangan edi. Ikkala idish orasida aloqa o`rnatilganda suv rezervuarining haroratini o`lchashgan. Joul aniqlashicha, u o`zgarmas qolgan. Termodinamika kurslarida tez-tez bayon etiluvchi tajribadan Joul issiqlik modda bo`lishi mumkin emasligini va u jism zarralarining harakatidan iborat degan xulosa chiqaradi. Havoni siqish orqali qizdirish ko`psonli tajribalaridan Joul issiqlikning mexanik ekvivalenti kilokaloriyaga 798 futo-funt (438 kgs · m / kkal) ekanligini topdi.

1845 yildagi ikkinchi ishida va 1847 yildagi ishida Joul kalorimetrda suv aralashtirishga doir ko`psonli tajribalarini bayon etadi. 1850 yilda u mumtoz bo`lib ketgan yangi tajribalarni o`tkazadi va ulardan mexanik ekvivalenti qiymatini 424 kgs · m/ kkal deb topadi.

Joul tajribalar olib borishini katta qiziqish bilan shotlandiyalik yosh fizik, bo`lajak lord Kelâin, Vilÿm Tomson kuzatib borar edi. Tomson 1848 yillarda ham "issiqlikni mexanik ishga, extimol, aylantirib bo`lmaydi, va, so`zsizki, bu narsa xali kashf qilinmagan" deb hisoblardi. Bug` mashinalar, parovoz va paroxodlarning zamondoshi issiqlikni mexanik energiyaga aylantirib bo`lmasligi haqida gapirishi g`alati tuyulsa kerak, biroq, Tomson nazarida boshqa narsani tutgandir. U yozadi: "Bu mavzuga yozilgan barcha narsalarni ko`rib chiqib shunday xulosaga kelish mumkin. Bunga qarama-qarshi nuqtai nazar

suyuqliklarning ishqalanishida issiqlik ajralib chiqishiga doir bir qancha juda qiziqarli tajribalarni o`tkazgan Manchesterlik Joul tomonidan bildirilmoqda; elektromagnetizm sohasidagi ayrim yaxshi ma`lum bo`lgan hodisalar, menimcha, haqiqatdan ham mexanik energiyaning issiqlikga aylanishini ko`rsatadi, biroq, buning aksi kuzatiladigan tajribalarni u xali o`tkazmagan".

Tomson Karno ishini bilgan, shuningdek, Karno teplorod nuqtai nazarida turishini ham bilgan. Shuningdek, unga Joul ham, boshqa biror kishi ham issiqlikni to`la-to`kis ishga aylantirib beruvchi tajribalarni o`tkazmagani ma`lum bo`lgan. Mana shunday zayilda termodinamikaning kelajakdagi ikkinchi asosiga burilish yasalayotgan edi. Shunday bo`lsada, Tomson o`sha paytlardayoq Joul ishlariga katta qiziqish bildirgan va XIX asrning elliginchi yillarida u bilan birgalikda Joul - Tomson nomli effekti kashf qilinishiga olib kelgan mashhur tajribani o`tkazgan.

Joul o`zining tajribalarini 60-chi yillarda ham, 70-chi yillarda ham davom ettirdi. 1870 yilda u issiqlikning mexanik ekvivalentini topish bo`yicha komissiyasi tarkibiga kiritildi. Bu komissiyaga V.Tomson, Maksvell va boshqa olimlar ham kirgan edilar. Biroq, Joul tajribachi ishi bilan chegaralanib qolmadi. U qat`iyan issiqlikning kinetik nazariyasi tomonida turib oldi va gazlarning kinetik nazariyasi asoschilaridan biriga aylandi. Joulning bu ishi haqida keyinroq bayon etiladi.

Avval aytganimizdek, Mayyer Joulni energiya saqlanish va almashish qonuni kashfiyotchilaridan biri deb hisoblardi. Biroq, bu paytga kelib, ko`pchilik bu kashfiyotda peshqadamligiga da`vogar bo`lmoqda edi. 1843 yilda daniyalik muxandis Avgust Kolding qirollik Kopengagen jamiyatida mexanik ish bilan issiqlik orasidagi nisbatlarni topishga doir tajribalarining natijalari haqida ma`lumot beradi, bu narsani u 350 ga teng deb oldi. Mayyer Golömanni esga oladi, u 1845 yilda Mayyer usulidan foydalanib, issiqlikning mexanik ekvivalentini hisoblagan edi. Bu buyuk kashfiyot ochilishiga ozmi, ko`pmi, xissa qo`shgan bir qator kishilarning ismlarini sanab o`tish mumkin. Bu yana bir bor kashfiyot ochilishi payti kelganligidan dalolat beradi, va uning ochilishiga turli yo`llar bilan shifokorlar, muxandislar, zavod egalari kelishgan. Tor doirada chegaralanib qolgan ayrim olimlarning fikriga qarshi o`laroq ilmiy taraqqiyotining asosiy boshlovchisi hayotning o`zi va uning manfaati ekanligini yana bir bor isbotlaydi.

Joul 1889 yil 11 oktyabrda, "uchlik"ning uchinchi a`zosi German Gelmgols o`limidan besh yil oldin vafot etadi.

Gelmgols. Gelmgols XIX asrning ikkinchi yarmisidagi eng mashhur fizigi, fizika fanining ko`pchilik tan olgan peshqadami bo`lgan.

German Lyudvig Ferdinand Gelmgols 1821 yil 31 avgustda potsdamlik gimnaziya o`qituvchisi oilasida tug`ilgan. Potsdam prussiya qirollarining rezidensiyasi deb tan olingan shahar, mana shu shaharda uning tug`ilishidan 124 yil o`tgandan so`ng fashist Germaniyaning tor-mor etilganini qayd etgan Potsdamlik konferensiya o`tgan shahar.

Gelmgols shifokorlik ma`lumotini oladi va uning 1842 yilda himoya qilgan dissertasiyasi asab tizimi tuzilishiga bag`ishlanadi. Bu ishida yigirma ikki yoshdagi shifokor ilk bor keyinchalik neyron nomini olgan asab to`qimalardagi yahlit tuzilmali elementlarning mavjudligini isbotladi.

1843 yildan Gelmgolsning potsdamlik harbiy shifokor sifatida xizmat yo`li boshlanadi. Gusar (suvoriy) polkining eskadron jarrohi fan bilan shug`ullanishga ham vaqt topardi. 1845 yili u shifokor unvoniga davlat imtihonlariga tayyorgarlik ko`rish uchun Berlinga boradi va u yerda Gustav Magnusning xonaki fizik laboratoriyasida astoydil shug`ullanadi.

G.L.F.Gelmgolts

Gelmgolsning Berlindagi ustozlaridan yana biri mashhur fiziolog Iogann Myuller bo`lgandi. 1845 yili Myullerning jurnalida Gelmgols "Mushaklar harakatida moddaning sarflanishi haqida" ishini bostirib chiqaradi. Xuddi shu, 1845 yili, Magnus va Myuller atrofida to`planishgan yosh olimlar Berlin fizik jamiyatini tashkil etadilar. Unga Gelmgols ham a`zo bo`ladi. Keyinchalik Nemis fizik jamiyatiga aylangan bu jamiyat 1845 yildan boshlab ilk bor "Fizika yutuqlari" ("Fortschritte der Physik") referativ jurnalini chiqara boshlaydi.

Shunday qilib, Gelmgolsning rivojlanishi Berlinda tabiatshunoslikga qiziqish ortgan qulay sharoitda kechdi. Berlinda 1847 yilda bosilib chiqqan "Fortschritte der Physik in Jahre 1845" birinchi tomidayoq Gelmgols tomonidan bajarilgan fiziologik issiqlik hodisalari nazariyasiga doir obzor bosilib chiqqandi. 1847 yil 23 iyulda u Berlin fizik jamiyati yig`ilishida "Kuchning saqlanishi haqida" ma`ruzasini qiladi. Mayyer kabi, Gelmgols ham fiziologiyadan energiya saqlanish qonuniga o`tdi. Xuddi Mayyerniki kabi, Poggendorf Gelmgolsning ishini ham qabul qilmadi va u 1847 yilda alohida broshyura ko`rinishida bosilib chiqdi.

1891 yil 2 noyabrda o`zining 70 yilligi munosabati bilan o`tkazilgan tantanada Gelmgols ma`ruza qiladi va unda o`zining ilmiy yo`lini tasniflaydi. U Iogann Myuller ta`siri ostida hayotiy kuchning sirli mohiyati masalasi bilan qiziqib qoladi. Iogann Myullerning o`zi bu masalada vitalistlarning metafizik ta`limoti bilan ilmiy-tabiiy yondoshuv orasida ikkilanar edi. Bu muammo ustida bosh qotirar ekan, Gelmgols talabalikning oxirgi yilida hayotiy kuch nazariyasi "barcha tirik tanaga perpetuum mobile degan narsaning xususiyatlarini qo`shib yozib qo`yar ekan" degan xulosaga keladi. Gelmgols maktab yoshidanoq perpetuum mobile muammolari bilan tanish edi, talabalik yillarda esa "bo`sh vaqtlari... Daniil Bernulli, Dalamber va o`tgan asr boshqa matematiklarining asarlarini axtarib topib, ko`rib chiqardi. "Shunday qilib, men, - deb aytadi Gelmgols, - "Agar perpetuum mobile umuman mumkin bo`lmasa, unda tabiatning turli kuchlari orasida qanday munosabatlar mavjud bo`lishi mumkin?" va undan keyin: "Haqiqatdan ham bu munosabatlar bajariladimi?" degan savolga to`qnash keldim". "Kuch saqlanishi haqidagi kitobchamda men faqatgina fiziologlar qiziqishlari doirasida faktlarni bir tizimga keltirmoqchi va tanqidiy nuqtai nazardan baholamoqchi edim". Gelmgols aytishicha, o`sha davrdagi nufuzli odamlar uning fikrlari allaqachon ma`lum debgina qolmay, balki, aksincha, "qonunning to`g`riligini inkor etishga moyil edilar; Gegel tabiiy falsafasiga qarshi olib borgan ayovsiz kurashi oldida mening ishim ham xayoliy va befoyda fikr yuritishdek tuyulgan edi...". Biroq, Mayyerdan farqli ravishda Gelmgols yakkalanib qolmadi, uni ma`rifatli yoshlar va birinchi navbatda kelajakda buyuk fiziolog bo`ladigan Dyubua Reymon (1818 - 1896)

hamda navqiron Berlin fizik jamiyati qo`llab-quvvatladi. Mayyer va Joul ishlariga doir munosabatiga keladigan bo`lsak, Gelmgols bir necha bor Mayyer va Joullarning peshqadamliklarini tan olgan, lekin Mayyer ishi bilan tanish emasligini, Joul ishlarini esa, unchalik yaxshi o`rganib chiqmaganligini ta`kidlab o`tgan.

Gelmgols ishining o`ziga murojaat qilaylik. O`zining ajdodlaridan farqli, u qonunni abadiy harakatlangich (perpetuum mobile) mumkin emasligi tamoyili bilan bog`laydi. Bu tamoyilni o`z vaqtida Leonardo da Vinchi, XVII asr olimlari (eslab o`taylik, Stevin qiya tekislik qonunini abadiy harakatlanish mumkin emasligi bilan asoslagan edi) ham qabul qilganlar, va nihoyat, Parij fanlar Akademiyasi abadiy harakatlangich loyihalarini olib ko`rishni rad etgan. Gelmgols abadiy harakatlangich mumkin emasligi tamoyilini "tabiatdagi barcha harakatlarni tortishish va itarilish kuchlariga keltirish mumkin"ligi tamoyiliga o`xshash deb hisoblaydi. Materiyani Gelmgols passiv va harakatsiz deb biladi. "... Tabiat hodisalari faqat fazoviy o`zaro ta`sirlashuvlarga bog`liq bo`ladigan o`zgarmas harakat kuchlarga ega materiyaning harakatiga keltirilishi lozim" deb yozadi Gelmgols.

Shunday qilib, Gelmgols bo`yicha olam - bu o`zaro va markaziy kuchlar bilan ta`sirlashaoladigan material nuqtalar majmuasidir. Bu kuchlar konservativdir, shuning uchun Gelmgols o`zining tadqiqoti asosiga tirik kuchlar saqlanish qonunini qo`yadi. Mayyerning "hech narsadan hech narsa bo`lmaydi" tamoyilini Gelmgols aniqroq bo`lgan "tabiat jismlarining ixtiyoriy kombinasiyasi mavjudligidan o`z-o`zidan harakatlanuvchi kuchni olib bo`lmas"ligi mazmuni bilan almashtiradi. Bu tamoyil "tizim jismlari boshlang`ich holatdan ikkinchi holatga o`tganda olingan ish miqdori va ikkinchi holatdan birinchiga o`tishda sarflangan ish miqdori o`tishning usuli, yoki yo`li, yoki tezligidan qat`iy nazar, har doim bir xil, o`zgarmas bo`lib qolishini talab etadi".

Bunda Gelmgols hosil qilingan ish miqdori o`lchovi sifatida $mv^2$ ko`paytmaning yarmisidir deb hisoblaydi. "Hozirda qo`llanilayotgan kuch o`lchash usuli bilan yaxshiroq moslashish uchun men ½ mv^2 kattalikni tirik kuch miqdori sifatida belgilashni taklif etaman, bunda u sarflangan ish kattaligiga aynan mos tushadi". Energiya saqlanish qonuni rivojiga Gelmgols tomonidan qilgan muhim qadami ham mana shudir. Uning ifodasidagi tirik kuchlar saqlanish tamoyili quyidagicha yangraydi: "Agar harakatchan material nuqtalarning ixtiyoriy soni faqat biri-biri bilan ta`sirlashuvidan hosil bo`ladigan kuchlar ta`siri ostida yoki qo`zg`almas markazlariga intilgan kuchlar ta`sirida bo`lsalar, unda barcha birga olingan nuqtalarining tirik kuchlari yig`indisi ular o`zaro olingan nisbiy vaziyatlari hamda mavjud qo`zg`almas markazlariga nisbatan vaziyatlari, mos keluvchi vaqt momentlari orasidagi traektoriyalari va tezliklari qanday bo`lishidan qat`iy nazar vaqtning barcha momentlarida bir xil bo`lib qoladi". Gelmgols bu tamoyilni

$$½Q^2 - ½mq^2 = -\int_r^R \varphi\, dr$$

ko`rinishdagi matematik formula bilan ifodalaydi, bu yerdagi $Q$ va $q$ – mos ravishda $R$ va $r$ holatlardagi tezliklar, $\varphi$ - "$r$ yo`nalishida ta`sir etayotgan kuch

kattaligi" hamda "agar tortishish o`rinli bo`lsa musbat, va agar itarilish kuzatilayotgan bo`lsa manfiydir...".

$\int_r^R \varphi\, dr$ integrali orqali ifodalangan kattalikni Gelmgols "*R* va *r* masofalari orasidagi kuchayish kuchlari yig`indisi" deb nomlaydi, va bunda energiya saqlanish qonuni quyidagicha shaklda ifodalanadi: "markaziy kuch ta`siri ostida harakatlanayotgan nuqtaning tirik kuchi ko`payishi kuchlar orasidagi masofalar o`zgarishi yig`indisiga teng". Hozirda biz "tirik kuchlar ko`payishi" o`rniga "kinetik energiyaning ortishi" va "kuchayish kuchlari yig`indisi" o`rniga esa "potensial energiyaning kamayishi" deymiz.

Nuqtalar tizimiga o`tgan Gelmgols umumiy holdagi qoidani keltiradi: "Tizimda mavjud bo`lgan kuchaygan kuchlar va tirik kuchlar yig`indisi har doim o`zgarmasdir". "Bu eng umumiy ko`rinishga ega shakldagi qonunimizni kuch saqlanish tamoyili deb nomlashimiz mumkin" deb yozadi Gelmgols.

Bu tamoyilni shakllantirib bergandan so`ng Gelmgols uni turli xususiy hollar uchun qo`llanishini ko`rib chiqadi. U, tirik kuchlar saqlanishi butun olam tortishish kuchi ta`siri ostida harakatlanishda, elastik bo`lmagan qattiq va suyuq jismlar yordamida harakat uzatishda, yetarlicha elastik va suyuq jismlar harakatida qo`llanilganini ko`rsatib o`tadi. Xususan, elastik muhitda tarqalayotgan to`lqin interferensiyasi ta`sirlarida to`xtalib o`tib, Gelmgols interferensiyada "tirik kuchning hech qanday yo`q bo`lishi emas, faqatgina uning boshqacha ko`rinishdagi taqsimoti sodir etilishi"ni ko`rsatadi.

Elektr hodisalarni olib ko`rgan Gelmgols nuqtaviy zaryadlar energiyasi ifodasini topadi va Gauss tomonidan potensial deb nomlangan funksiyaning fizik mohiyatini ko`rsatadi. Shundan so`ng u zaryadlangan o`tkazgichlar tizimining energiyasini hisoblaydi va leyden bankalarining elektrsizlantirilishida zahiralangan elektr energiyasiga ekvivalent issiqlik ajralib chiqishini ko`rsatadi. Bunda u, elektrsizlantirish tebranma jarayon ekanini va elektr tebranishlar "borgan sari kamayib borishini va nihoyat, barcha tirik kuch qarshiliklar yig`indisi orqali yo`q qilinmaguncha" davom etishini ko`rsatdi.

Undan so`ng Gelmgols galvanizmni olib ko`radi. U, qarshiligi *w* bo`lgan metall o`tkazgichda *t* vaqt davomida "Lensga binoan"

$$\upsilon = I^2 wt$$

issiqlik miqdori ajralishini va bu elektr kuchlarning ishiga teng ekanligini ko`rsatadi. Gelmgols galvanik manbalarda, termoelektrik hodisalardagi energetik jarayonlarni tahlil qilib, bu jarayonlarning kelajakdagi termodinamik nazariyasiga asos soladi. Magnetizm va elektromagnetizmni olib ko`rgan Gelmgols, xususan, Neyman tadqiqotlaridan kelib chiqib va Lens qonuniga tayangan holda o`zining mashhur bo`lgan induksiya elektr yurituvchi kuch uchun ifodasini beradi.

Mayyerdan farqli ravishda Gelmgols o`zining risolasida biologik hodisalar haqida yuzaki va qisqa gapirib o`tadi, asosiy e`tiborni esa fizikaga qaratadi. Shunga qaramay, Gelmgolsning aynan shu risolasi unga Kenigsberg universitetining fiziologiya va umumiy patologiya kafedrasiga yo`l ochib beradi, bu yerda u 1849 yili ekstraordinar professor lavozimini egallaydi. Bu lavozimni

Gelmgols 1855 yilgacha egallab turdi, o`sha yili u Bonnga anatomiya va fiziologiya professorligiga o`tadi. 1858 yilda Gelmgols Geydelbergda fiziologiya professori bo`lib oladi. Geydelbergda Gelmgols ko`rish fiziologiyasi bilan ko`p va muvaffaqiyatli shug`ullandi. Bu tadqiqotlar sezilarli darajada bilim sohasini va amaliy tibbiyotni boyitdi. Gelmgolsning bu tadqiqotlar natijasi mashhur "Fiziologik optika"si bo`ldi, uning birinchi nashri 1856 yili, ikkinchisi 1860 yili, uchinchisi esa 1867 yili bosilib chiqdi.

Xuddi shu yerda, Geydeláergda, Gelmgols asablarning qo`zg`alishi tarqalish tezligi va akustikaga doir o`zining mumtoz tadqiqotlarini o`tkazgan edi. Uning "Akustikaning fiziologik asosi bo`lmish tovushlarni sezish haqidagi ta`limot" kitobi 1863 yili bosilib chiqdi. Nihoyat, xuddi shu Geydeláergda uning gidrodinamika va geometriya asoslariga doir mumtoz ishlari ham bosilib chiqdi.

1871 yil mart oyidan Gelmgols Berlin universitetining professori bo`lib oldi. U fizik institutni tashkil etadi, u yerga butun dunyodan fiziklar ishlagani keladilar, nemis metrologiyasi markazi bo`lmish Davlat fizika-texnika institutini tashkil etishda faol qatnashadi va uning birinchi prezidenti etib tayinlanadi. Gelmgols 1894 yili 8 sentyabrda vafot etadi.

Energiyaning saqlanish va almashinish qonunini kashf qilganlar uni o`rnatishga turli yo`llar bilan keldilar. Mayyer tibbiy kuzatuvdan boshlab, bir vaqtning o`zida barcha narsani qamrab oluvchi qonun sifatida tasavvur qilgan va koinotdan tortib tirik organizmgacha bo`lgan energetik almashinuvlarning zanjirini ochib bergan. Joul sabot - matonat va qat`iyatlik bilan issiqlik va mexanik ish orasidagi miqdoriy munosabatlarni o`lchagan. Gelmgols qonunni XVIII asrning buyuk mexaniklari tadqiqotlari bilan bog`lagan.

Turli yo`llardan boraturib, ular ko`pgina boshqa zamondoshlari bilan birgalikda qat`iyatlik bilan qonunni tan olinishi va o`rnatilishi uchun ayrim noshud olimlarning ko`rsatgan qarshiliklariga qarshi kurashdilar. Kurash oson kechmadi va ayrim hollarda fojeali xarakterga ega bo`lsada, u to`liq g`alaba bilan yakunlandi. Fan energiya saqlanish va almashinishning buyuk qonunini qo`lga kiritdi.

Laboratoriyalarning yaratilishi

XIX asrning ikkinchi yarmisida fiziklarni tayyorlashni tashkillashtirilishida muhim o`zgarishlar qayd qilindi. Bu davrga kelib, avval Yevropada, keyinchalik Amerikada ham fizik laboratoriyalar yuzaga kelaboshladi. Laboratoriyalarning ayrimlarida ilmiy maktablar yaratildi.

O`tmishda fizik yakka ishlagan. Asbob-uskunani odatda olimning o`zi yaratgan yoki yonidan, o`zining puliga sotib olingan. Ayrim hollarda xususiy xonalar laboratoriya vazifasini o`tagan. Oq nurni parchalashga doir tajribani Nyuton Kembridjdagi o`zining turarjoyida bajargan. Fizik asbob sifatida unga o`zining puliga sotib olingan prizma xizmat qilishini eslaylik. Bir yuz ellik yildan so`ng xuddi shunday sharoitda Stoks o`zining optik tadqiqotlarini o`tkazgan. Rixman va Lomonosov atmosfera elektrini tadqiq qilishda har biri o`zlarining kvartirasida qurilgan "chaqmoq mashinalari"dan foydalanganlar. Franklin atmosfera elektrini tadqiq qilish maqsadida Filadelfiyadagi o`zining uyida temir izolyasiyalangan tayoqni o`rnatadi. Joul issiqlik mexanik ekvivalentini aniqlashga

doir tajribalarini Manchesterdagi o`zining uyida o`tkazgan. "Gey-Lyussak uchun laboratoriya vazifasini nam yerto`la o`tagan. Olim namlikdan himoyalanish uchun ... yogoch boshmoqlarda ishlagan". Frenel difraksiyaga doir tadqiqotlarini qishloq chilangari yasab bergan sodda, jo`n asboblardan foydalanib, Kannga yaqin Mat`ye qishlog`idagi onasining uyida o`tkazgan. Fuko tajribalarini o`zining uyida o`tkazgan. Devi, Faradey va Tindallar (1820 - 1893) ishlagan Royal Institution laboratoriyasi 1803 yilda ochilgan bo`lib, Tindal hotirlashicha, "havo tozalanib turilmaydigan, yaxshi yoritilmagan va har kungi uzoq muddat ishlash uchun mutlaqo moslashtirilmagan edi. Bu, extimol, butun Londonda eng yomon laboratoriya edi". Va bu laboratoriya deyarli yetmish yil davomida dastlabki holatida saqlanib turilgan. Albatta, u tajriba san`atini o`rgatish maqsadida xizmat qilmagan, bu yerda mavjud bo`lgan barcha asbob-uskuna asosan yakka tartibdagi tadqiqotchilar yoki ma`ruzalar o`tkazishga maqsadlariga mo`ljallangan edi. Bu yerda Faradey o`zining tadqiqotlarida simlarning o`ramlari, temir parchalari, magnit nayzachalari bilan kifoyalangan. Bunda Maksvell va Kelâin singari amaliy fizikani o`qitishning alohida maxsus kurslarini o`tmaganlar. Uning o`zi u vaqtlarda bo`lmagan. U davrdagi universitetlarida o`qitish mumtoz ruhda olib borilgan, asosiy e`tibor gumanitar va matematik fanlarga qaratilgan. Fizikaga juda kam joy ajratilgan. Masalan, Kembridj universitetida yetmishinchi yillarga qadar fizikadan faqat optika, gidrostatika, mexanika o`qitilgan. Tripos (ilmiy daraja talabgorlari uchun imtixon) o`z ichiga asosan matematik fanlarni olgan.

Germaniyada XIX asrning qirqinchi yillariga qadar o`quv maqsadlardagi muassasa bilan ilmiy tadqiqotlar uchun muassasa oralarida sezilarli farqlar qilingan. Masalan, 1807 yil 22 iyuldagi Maxfiy Kengash qarorida hukumat universitetga "ilmiy sohada kashfiyotlar qilish o`qituvchilarning emas, balki olimlarning ishidir, ular (o`qituvchilar) sudÿ (qozilar) kabi qonunlarni to`qishni inobatga olmasdan, balki, ana shu qonunlarni bajarishini inobatga olishlari darkor" deb tushuntirish kiritadi.

Xuddi shunday holatni Rossiya universitetlarida ham kuzatishimiz mumkin, u yerda asosiy ish - ma`ruzalarni o`qish, ilm bilan shug`ullanish esa ikkilamchi va majbur bo`lmagan narsa deb hisoblangan.

Amerikalik kollej va universitetlarida o`qitish ma`ruzalarni o`qish va darsliklarni yodlashga keltirilgan bo`lib, "ma`ruzalar vaqtidagi namoyishlar tashqaridan qaraganda yaltiroq effekt hosil qilgan va o`zining haqiqiy maqsadlariga xizmat qilmagan".

XIX asrning o`rtalarida sanoatning, mashinasozlikning, kimyoviy sanoatning, metallurgiya va tog`-kon ishlarining, elektrotexnikaning, issiqlik texnikasining, temir yo`l qurilishning shiddat bilan rivojlanishi, paroxodchilik va havodan yengil apparatlarda uchishning paydo bo`lishi - bularning barchasi fan rivojlanishini, uning yangi shakllari tashkillashtirilishini rag`batlantirgan. Fan va texnika orasidagi bog`lanish tobora mustahkamlanib borgan.

Masalan, Yevropa va Amerika orasidagi transatlantik kabel yotkizish bilan bog`liq masalalarni hal qilishda Vilyam Tomson qatnashgan. Bu ulkan texnik masala 1866 yili olim va texniklarning ittifoqi tufayli muvaffaqiyatli hal qilindi.

Issiqlik mashinalarni rivojlantirish uchun muhim bo`lgan tadqiqotlarni o`tkazish maqsadida tashkil qilingan Sevr chinni zavodi qoshidagi Renyo laboratoriyasini eslab ko`raylik.

O`z navbatida texnika fanga tabiatning sirlarini ochishga yanada qudratliroq vositalarini beradi. Havo nasoslarining takomillashtirilishi ilgari amalga oshirib bo`lmagan shunday vakuumlarni olishga imkon berdiki, ilgari o`tkazib bo`lmaydigan tajriba va o`lchovlar bajarila boshlandi. "Bunday bosimlarda biz alohida molekulalarning xossalarini o`rganishimiz mumkin, bundan kattaroqlarida esa biz ularning faqat zich olomon ichidagi xulq-atvorlarini o`rganardik..." deb yozgan edi J.J.Tomson.

Bu vaqtga kelib fizik nazariya va tajribalar ancha murakkablashib ketgan edi. Fizika fani oldida turgan yangi vazifalar hal qilinishi uchun fiziklarning yanada ko`proq sonini talab etardi.

Shunday qilib, yangi sharoitlarida olimlarni tayyorlashning yangicha shakllarini va sur`atlarini qayta ko`rib chiqish shart bo`ldi. Eski o`quv muassasalar bu rolni bajara olmasdilar, qayta qurish zarur edi.

Va XIX asrning qirqinchi yillaridan boshlab fizikada tadqiqotning jamoa usullari tashkillashtirilishining yangicha ko`rinishi sifatida fizik laboratoriyalar yaratila boshlandi.

Fizikada qayta qurishdagi peshqadamlikni qirqinchi yillardan milliy va madaniy ko`tarilishni boshidan kechirayotgan Germaniya egalladi. Germaniya feodal davlatdan Avstriya va Fransiyani tor-mor etgan va Prussiya shioriy nomi ostida mamlakatning o`zgarishi davrida parchalanib ketgan knyazliklarni birlashtirgan kapitalistik imperiyaga aylandi.

Dastlabki fizik laboratoriyani Gettingen universitetida V.Veber tashkillashtirdi, bu yerga u 1831 yili Gauss tomonidan taklif qilingan edi. Eng qobiliyatlilariga u kichik fizik tadqiqotlarni bajarishni taklif qildi. Keyinchalik u xohlovchilar uchun amaliy mashg`ulotlarni kiritdi. 1837 yili Veber qirol Ernst-Avgust tomonidan Gannover konstitutsiyasi buzilishiga qarshi universitetining boshqa professorlari qatori norozilik bildirib, universitetni tark etishga majbur bo`ldi. Universitetning fizika bo`limiga rahbarlik qilish Listingga berildi. Uning davrida ilmiy va pedagogik faollik sezilarli pasaysada, fizika bo`limi egallab turgan maydon bir muncha kengaydi. 1849 yili Veber ilmiy-pedagogik faoliyati yuksala boshlagan Gettingen universitetining fizika bo`limiga qaytadi.

Veber davrida fizika bo`limi eksperimental va nazariy fizika kafedralariga ajralishi sodir etildi. Birinchisiga Veber rahbarlik qilardi, ikkinchisining mudiri Listing edi. Ikkala kafedralarning maqsadi va vazifalari bir xil bo`lib, farqi faqat shundan iborat ediki, Veber eksperimental fizikani, Listing esa nazariy fizikani o`qir edilar.

V.Veber

Universitetdagi fizika bo`limi binolari u vaqtlarda juda ham tor edi. Laboratoriyada Veber geomegnetizm va galvanizmga, elektr tebranishlarga doir sohalarda ishlab olib borardi, Rudolf Kolraush (1809 - 1858) bilan hamkorlikda u elektrostatik va magnit birliklarining munosabatlarini

aniqladi. Veber laboratoriyasida dunyoning turli mamlakatlaridan kelgan olimlar ishlardi. Bu yerda ajoyib fizik A.G.Stoletov, ingliz olim Artur Shuster (1851 - 1934) va boshqalar ishlab ketishgan.

Gettingendagi fizik bo`limi taraqqiy etishidagi yangi burilish bu yerga Veberning shog`irdi, Rudolô Kolðaush o`g`li Fridrix Kolraush (1840 - 1910) ekstraordinar professor sifatida kelishi bo`ldi. Unga fizikaviy praktikumni tashkil etish va unga rahbarlik qilish topshirilgandi. Gettingendagi o`zining boy pedagogik tajribasini Kolðaush amaliy fizika bo`yicha dunyoga mashhur bo`lib qolgan birinchi qo`llanmasida umumlashtirdi.

Shunday qilib, Gettingen universitetida Veber tomonidan dastlabki fizik laboratoriyalardan biri yaratilgan bo`lib, unda asosan elektromagnetizmga doir tadqiqotlar olib borilgan. Tez orada kichik laboratoriya kengaydi va fizik institutga aylandi. Bu yerda amaliy fizikadan birinchi darslik paydo bo`ldi, u bosilib chiqishi bilan fizikadan amaliy mashg`ulotlar dunyoning boshqa universitet va politexnika institutlariga yoyila boshladi. Keyinchalik fizika instituti shunchalik kengayib ketdiki, institutning beshta bo`limlariga asos bo`laoldi, ularda Nernst (1864 - 1941), Vixert (1861 - 1928), Kleyn (1849 - 1925), Rikke (1845 - 1915) va boshqalar kabi mashhur olimlar ishlashardi, bu yerda nafaqat Germaniyadan, balki dunyoning boshqa mamlakatlaridan kelgan ko`pgina olimlar ham tayyorlandi.

Qirqinchi yillarda Berlinda universitetlik professor Genrix Gustav Magnus o`zining uyidagi bir necha xonani fizik laboratoriyaga moslashtirib jihozlagan va u yerda ishlash uchun talabalarni qabul qilgan. Universitet laboratoriyaning sarf-xarajatlarini qoplab turgan.

Magnus laboratoriyasi xususiy xonadonga xos barcha qulayliklar bilan ta`minlangan edi. Magnusda nafaqat Germaniyadan, balki Amerika, Angliya, Rossiyadan ham kelgan yosh tadqiqotchilar taxsil olganlar, bulardan Videman (1826-1899), Varburg (1846-1931), Tindal, Gibbs, A.G.Stoletov, M.P.Avenarius va boshqalarni tilga olish mumkin. Magnus olib borgan tadqiqotlarning mavzulari turli-tuman, har xil bo`lgan. Masalan, Gelmgols chirish va bijg`ish jarayonlarini o`rgansa, Kundt qattiq jismlarda tovushlarning tarqalish masalalarini tadqiq qilgan. 1843 yilda Magnus fizik kollokviumlarga asos soldi.

Biroq, Berlin universiteti qoshida Magnus laboratoriyasi yagona xususiy fizikaviy laboratoriya bo`lgan deyish xato bo`lar edi. Berlin universitetining deyarli har bir fizika professori o`zining turar joyida laboratoriyani tashkil etgan bo`lib, unda talabalar amaliy ishlarni bajarar edilar. Masalan, professor Erman (1806 - 1877) o`zining turar joyida laboratoriya ochgan, unda talabalar magnit kuzatuvlarni olib borishgan. Professor Kvinke (1834 - 1924) ning ma`ruzalar kursi uning uyida o`tkaziladigan amaliy mashg`ulotlar bilan to`ldirilib borilgan. Biroq, ularning ichida Magnus laboratoriyasi nafaqat Germaniyada, balki chet elda ham juda yaxshi tanilgan.

Magnus laboratoriyasiga keladigan o`quvchilar soni tobora ko`payib bormoqda edi. Ularning ko`pchiligiga joy tankisligi bois rad javobini berishga to`g`ri kelgan. 1863 yili laboratoriya universitet binosiga ko`chadi. U endi xususiy emas, balki davlat laboratoriyasi mavqeini oladi va uning eng gullab-yashnagan davri Magnus vorisi bo`lmish Gelmgols davriga mos keladi.

Magnusdan farqli o`laroq, F.Neyman Kenigsbergda o`zi tashkil etgan laboratoriyasida ustalik bilan ham eksperimental, ham nazariy fizika darslarini qo`shib olib borgan. Laboratoriyani tashkil etishda Neyman bir qancha qiyinchiliklarga duch kelgan. U rasmiy boshliqlarga uning matematik fizika seminarlariga ko`shimcha fizik laboratoriyani ham moliyalashtirish haqida iltimos bilan murojaat qilgan. Hukumatdan rad javobini olgan Neyman qirqinchi yillarda o`z mablag`iga laboratoriyani tashkil etadi. Neymanda o`quvchilar soni Magnusga qaraganda kamroq edi. Ular tajribalarni o`tkazishga kirishishdan oldin mexanika va matematik fizikadan kattagina tayyorgarlik ko`rganlar. Uning buyuk shog`irdlaridan Gustav Robert Kirxgofni tilga olish mumkin.

Keyinchalik Kirxgof Geydelbergdagi fizikaviy laboratoriyaga F.G.Jolli (1809 - 1884) o`rnini almashtirgan holda, o`zi ham rahbarlik qiladi.

Jolli 1846 yili ikkita unchalik katta bo`lmagan xususiy xonalarda laboratoriyani tashkil etadi. Jolli laboratoriyasida Kirxgof va Bunzen spektral tahlilni kashf qilinishiga olib kelgan tadqiqotlarni o`tkazgan edilar.

Kirxgof laboratoriyasida dunyoning turli mamlakatlaridan o`ziga jalb qilgan eksperimental fizikaning eng yaxshi kurslaridan biri yaratilgan edi. Bu kursni Kirxgofning vorisi bo`lmish Kvinke kengaytirdi.

1872 yilda asos solingan yangi Strasburg universitetida oldindan fizika instituti qurilishi nazarda tutilgan edi. Uning direktori Kundt o`qitishga va tadqiqotlar o`tkazishga juda qulay bo`lgan institutni yaratdi, u zoq vaqt davomida turli mamlakatlardagi ko`pgina institut, auditoriya, laboratoriyalarga namuna bo`lib xizmat qildi. Bu yerda Kundt rahbarligi ostida Rentgen, Lebedev, Pashen, Rubens, Viner, Golitsin va boshqalar kabi usta tajribachilarning bir qatori yetishib chiqdilar.

Strasburg instituti ketidan 1875 yili fizikaviy institutlar Leypsig, Myunxen, Bonn, Breslau, Freyburg va boshqa shaharlarida ham yaratildi.

Tez orada har bir olmon universitet yaxshigina jihozlangan fizikaviy laboratoriyaga ega bo`ldi. Laboratoriyalarning yaratilishi eski fizik asboblar ustaxonalarining rivojlanishi va yangilariga asos solinishiga olib keldi.

XIX asrning yetmishinchi yillarida dunyoning yetakchi kapitalistik davlati bo`lmish Buyuk Britaniya avvalgi qudratini yo`qota bordi va o`zidan yoshroq raqiblari Germaniya va AQShdan orqada qolaboshladi. Bu kechikish laboratoriyalar yaratish sur`atlarida ham namoyon bo`ldi.

Buyuk Britaniyadagi eksperimental o`qitishning peshkadamlari orasida professorlar V.Tomson (Kelvin), Klifton, Forster, Adams, B.Styuartlar bo`lgan edilar.

1846 yili 22 yashar Tomson Glazgo universitetining tabiiy falsafa professori lavozimini egalladi. Elektrodinamikaga doir tajribalarning bir qatorini bajarish uchun o`ziga yordamchi etib u bir nechta talabani taklif qildi. 1870 yilga qadar Tomson va uning talabalariga laboratoriya sifatida ma`ruzalar o`tkazadigan eski xonalar va tashlab qo`yilgan vino saqlaydigan yerto`la xizmat qilgan, 1870 yilda universitet yangi binoga ko`chgandan so`ng Tomsonga eksperimental ishlar o`tkazish uchun keng xonalar ajratib berildi. V.Tomson, Gelmgols va

boshqalarning laboratoriyalariga yana qaytamiz, hozircha esa fizikaviy laboratoriyalar yaratilishi haqida davom ettiramiz.

1867 yilda Oksfordda universitet tomonidan ajratilgan kichikkina xonada professor Klifton eksperimental fizikani o`qita boshladi. 1872 yilda Klifton tomonidan loyihalashtirgan Klarendon laboratoriyasi ishga tushirildi. U dunyoning ko`pgina laboratoriyalariga namuna bo`lib xizmat qildi. D.K.Maksvell Kembrijdagi Kavendish laboratoriyasini loyihalashtirayotganda unga tashrif buyurdi.

1867 yilning oktyabr oylarida professor K.Foster Londondagi universitet kollejining kichikkina xonasida eksperimental fizikaga doir mashg`ulotlarini boshlab yuboradi. U yozgan edi: "Men aminmanki, amaliy ishdan ajralgan holda fizikani to`laqonli o`qitib bo`lmaydi, talabalar biror bir hodisa haqida foydali fikr yuritishlaridan avval u bilan yaqindan tanishib olishlari zarur". Barcha talabalar uchun majburiy amaliy o`qitishni o`tishlari haqidagi Fosterning fikri King-kollejda V.Adams tomonidan amalga oshirilgan edi.

1871 yilda Manchesterdagi Ouen-kollejidagi fizikaviy laboratoriyadagi mashg`ulotlar Balôur Styuart rahbarligi ostida o`tkazila boshlandi. Tajriba o`tkazish san`atini atoqli ingliz fizigi A.Shuster va elektronni kashf qilgan mashhur J.J.Tomsonlar uning qo`li ostida o`qiganlar. Dastavval tajribalar kam sonli uskunalar yordamida bir nechta kichkinagina xonalarda o`tkazilgan, 1898 yilda o`sha davr uchun eng yaxshi uskunalar bilan jihozlangan laboratoriyaning yangi binosi qurib bitqazildi.

Kembrijda tajriba san`atini o`qitish 1874 yildan mashhur Kavendish laboratoriyasi binosida o`tkazila boshlandi. U xususiy mablag`lar hisobiga qurilgan bo`lib, fizika rivojlanishida juda ulkan ahamiyatga ega edi. Unga turli davrlarda Maksvell, Reley, J.J.Tomson, Rezerfordlar rahbarlik qilganliklarini aytib o`tish kifoya.

Barcha ingliz laboratoriyalardan tizimli o`qitish faqatgina King-kollejda yo`lga qo`yilgan edi.

Yanada yuqoriroq darajadagi tizimli laboratoriyali o`qitish Bostondagi Massachusets texnologiyalar institutida professor E.S.Pikering tomonidan 1869 yildan joriy qilingandi. Massachusets texnologiyalar institutiga V.B.Rodjers asos solgan edi. U mamlakatning iqtisodiy o`sishi, g`arbni o`zlashtirishi, industriya, transport, qishloq xo`jaligi o`sishidagi sharoitlarida yangi ta`lim muassasalarning muhimligiga tushunib yetgan va tan olgan. Rodjers laboratoriyalardagi o`qitishga katta ahamiyat bilan qaragan va e`tibor bergan.

1867 yilning oktyabr oylarida professor K.Foster Laboratoriya mashg`ulotlarini tashkillashtirishda Pikeringga to`qnash kelgan asosiy qiyinchilik, uning so`zi bilan aytilsa, "yigirma yoki o`ttizta talabaga mashg`ulotlarni uskunalarni qo`shaloq qilmasdan turib bir vaqtning o`zida o`tkazishga imkon yaratish hamda nozik uskunalarni ishdan chiqish xavfining oldini olishdan iborat edi". Bu qiyinchiliklar muvaffaqiyatli yengib o`tildi. Amaliy fizikani o`qitish ishlari AqShdagi texnik ta`lim muassasalarda kollej va universitetlarga qaraganda yaxshiroq yo`lga qo`yilgan edi. Masalan, 1871 yilga qadar Garvard kolleji texnik o`lchashlar uchun asboblarga ega bo`lmagan. "Bu mamlakatdagi

laboratoriyalarning ko`pchiligi oxirgi o`n besh yil ichida qurib bitqazildi va jihozlandi" (taxminan 1895 - 1910 yillar nazarda tutilgan) deb yozadi amerikalik fan tarixchisi F.Kadjori.

Fransiya va Prussiya orasidagi urush ishlab chiqarish hajmi bo`yicha faqat Angliyadan orqada qolib kelayotgan Fransiyaning iqtisodiy qudratini bukib qo`ydi. Bu narsa fan rivojlanishida ham o`z ta`sirini ko`rsatmay qolmadi. Biz Fransiyaning dastlabki laboratoriyalaridan biri, ya`ni, termodinamik tadqiqotlar uchun mo`ljallangan Renyoning Sevr laboratoriyasi haqida bayon qilgan edik.

Biroq, Renyo uchun Fransiyada alohida sharoit yaratib berilgan edi. U termodinamika masalalari bilan shug`ullangan, chunki sanoat yanada takomillashgan issiqlik mashinalarga muhtoj edi. Unga tadqiqotlar ishlari uchun alohida yaxshi sharoitlar yaratib berishlikning sababi ham ana shu bilan izohlanadi. Umuman olganda esa fransuz olimlar laboratoriya yo`qligidan va tadqiqotlar o`tkazishga mablag`lar yetishmasligidan norozilikiar bildirishgan.

1868 yil 31 iyulda fransuz ta`lim vazirligi tomonidan amaliy mashg`ulotlarni o`tkazish zarurligi va talabalar uchun laboratoriyalarni hamda ilmiy tadqiqotlar uchun maxsus laboratoriyalarni tashkil etish zarurligini ta`kidlovchi ikkita dekret chiqarilgan edi.

Xuddi shu yili professor Jamen (1818 - 1886) Sorbonnada laboratoriya ochadi. Vafotiga qadar u ushbu laboratoriyaga rahbarlik qildi. 1868 yili Fransiyaga tashrif buyurgan professor Adams "amaliy fizikadan tizimli saboq beruvchi yagona laboratoriya bu Sorbonnadagi Jamen laboratoriyasidir, bu yerda talabalar fizik konstantalarni aniqlash bilan shug`ullanishar va bunda ishlatiladigan asboblar faqat professorning o`zi shahsiy tadqiqotlarida ishlatadigan asboblarir" deb ta`kidlab o`tgandi. Jamen rahbarligi ostida bir nechta rus va rumin fiziklar ham ishlagan. 1894 yili u yangi "Fan fakulòeti"ga topshirilgan va qayta ta`mirlangan bo`ldi. Uning rahbari etib Lippman (1845 - 1921) tayinlandi. Laboratoriya rangli fotografiya kashf qilinishiga olib kelgan uning tadqiqotlari tufayli mashhur bo`lib ketdi.

Shunga qaramay, garchi Fransiya Germaniya va Angliya ketidan eksperimental fizikani o`qitishni yo`lga qo`ygan bo`lsada, bu sohada ilg`or mamlakatlardan orqada qolmoqda edi. Fransiyada laboratoriyalar kam, eksperimental tadqiqotlar uchun ajratiladigan mablag` juda kichik, ishlayotgan laboratoriyalar to`lib ketgan bo`lib, ularda tadqiqot ishlari uchun joy ham, vaqt ham yetishmas, Fransiyadagi fizika fanini faqat iste`dodli yakkabosh tadqiqotchilar rivojlantirishardi.

Masalan, Yevropaning ko`pgina laboratoriyalariga tashrif buyurgan va 1886 yilda Sorbonnada ishlagan De Mets quyidagi so`zlarni yozib ketgan: "... Sorbonnadagi fizik laboratoriyalardagi asbob va uskunalar orasida hech qanday yangi narsani ko`rmadim, va Pellatning absolyut termometridan boshqa hech qanday qiziqtiradigan narsa yo`q... Bu hodisa ajratiladigan mablag`larning kichikligidandir... Sorbonna fizik laboratoriyalarining menda qoldirgan taassurotlari, har qalay, ularning foydasiga emas. Hech qanday yirik narsa, hech qanday ulug`lik!... Hozirgi holatidagi Sorbonna fizik laboratoriyalari Yevropadagi bu turdagi eng yaxshi muassasalari bilan bellashaolmaydilar".

1891 yildan Sorbonnada tahsil olgan Mariya Sklodovskaya-Kyuri fizikadan amaliy o`qish kursini o`tgan, biroq, metallarning magnit xususiyatlarini aniqlashga doir o`zining birinchi tadqiqotini Sorbonnaning to`lib ketgan laboratoriyalarida o`tkaza olmagan.

S.I.Vavilov fransuz inqilobi davridagi Fransiyadagi fan ahvoli haqida yozgandi: "Ilgarigidek Muzey va Politexnika maktabi endi kelajakdagi olimlarni tayyorlayotgani yo`q, ilmiy tadqiqotlar qarovsiz, xo`rlikda va ayanchli moliyaviy sharoitdadir. O`ttiz yil ichida Germaniya boy laboratoriyalar tarmog`i bilan qoplandi va har kuni yangilari paydo bo`lib bormoqda. Fransiyachi? Fransiya xali ishga kirishgani yo`q. Unda uzoqni ko`ra bilishlik, tadbirqorlik yetishmayapti. U xali qo`lga kiritgan eski o`ljalari ustida dam saqlayapti".

Krepostnoy huquq bekor qilinishi bilan Rossiyadagi kapitalizm rivojlanishini to`sib turgan kishanlar olib tashlandi. Krepostnoy huquq qulagandan so`ng Rossiyadagi sanoat rivojlanish sur`atlari osha boshladi. Shunday bo`lsada, Rossiyaning iqtisodiy qoloqligi laboratoriyalarni yaratish ishlarida ham bilindi.

Rus fiziklar uchun faoliyat ko`rsatadigan joylari fizik kabinetlari hizmat qilgan. Bu yerda ma`ruza vaqtlarda namoyish etadigan apparatura saqlanar, bu yerda bitta-yarimta eksperimental tadqiqotlar ham o`tkazilib turilardi. Rossiyada amaliy o`qitishning ahamiyatini tushunib yetgan olimlar bo`lgan. Masalan, 1795 yili V.V.Petrov Tibbiyot-jarrohlik akademiya qoshida dastlabki fizik kabinetni tashkil etgan. Uning talabalar orasida ilmiy-tadqiqot ishlarini yurg`izish, kabinetni laboratoriyaga aylantirish kabi orzusi amalga oshmadi.

XIX asrning qirqinchi yillarida E.X.Lens fanlar Akademiyasi qoshidagi fizik kabinetni bu yerga yosh tadqiqotchilarni jalb qilish orqali laboratoriyaga aylantirishga urinib ko`rdi. Biroq, Lensda shog`irdlar kam edi, undan tashqari, Lens vafotidan so`ng fanlar Akademiyasi qoshidagi fizik kabinetning tadqiqotchilik faoliyati so`nib qoldi. Lekin Lens boshlagan ishi izsiz yo`qolib ketmadi. Uning shog`irdlari ustozining an`analarini davom ettirib turli oliy o`quv maskanlarida fizik laboratoriyalarni tashkil etdilar.

Rossiyadagi ilk bor laboratoriya Peterburg universitetida F.F.Petrushevskiy (1828 - 1904) tomonidan 1865 yili tashkil etildi.

Dastlabki besh yil ichida unda ishlovchilarning soni o`ntadan oshmadi; 1870 yilda ularning soni 18 ta, 1875 yili 76 ta, 1878 yili esa 115 taga yetgan edi. qayd etib o`tish joizki, universitetda Petrushevskiy tomonidan laboratoriya praktikumi kiritilishi chet elda xuddi shunday praktikumi joriy etilishi bilan bir vaqtda bo`lib o`tdi.

Laboratoriya binoning, asbob-uskunalar va uning extiyojlariga ajratiladigan mablag`lar yetishmasligidan ancha katta qiyinchiliklarni boshidan kechirgan.

Petrushevskiy va uning shog`irdi I.I.Borgman (1849 - 1914) zamonaviy talablarga javob beruvchi fizikaviy laboratoriya ochish uchun kurashdilar. Ularning sayi harakatlari tufayli fizik institutining yangi binosi qurilishiga mablag`lar ajratildi va 1901 yilning 9 sentyabr kuni fizika instituti ochilishiga erishildi.

Yangi binoda fizikaviy praktikumni ancha kengaytirishga, shuningdek, ko`psonli fizikaviy tadqiqotlarni o`tkazishga muvaffaq bo`lindi.

Petrushevskiy laboratoriyasida ko`pgina atoqli rus olim va pedagoglar tayyorgarlik ko`rgan edilar. Petrushevskiy shog`irdlari qatorida A.S.Popov, I.I.Borgman, N.G.Egorov (1849 - 1919), V.K.Lebedinskiy (1868 - 1937), N.P.Sluginov (1854 - 1897) va yana bir qator ajoyib rus fiziklar bor edi. Laboratoriyaning shog`irdlari fizika bo`yicha amaliy mashg`ulotlarni Rossiyaning kattagina qismiga yoydilar.

1867 yili D.A.Lachinov (1842 - 1902) Peterburg qishloq xo`jalik institutida fizik laboratoriyani tashkil etadi. Yetmishinchi yillarda M.P.Avenarius Kiyev universitetida, A.G.Stoletov esa Moskva universitetida fizik laboratoriyalarni tashkil etadilar. Moskva universiteti laboratoriyasida fizika rivojlanishida katta rol yo`nagan bir qator ajoyib ishlar bajarildi va keyinchalik Rossiyaning ko`pgina universitetlaridagi fizika kafedralariga rahbarlik qilgan ko`pgina qobiliyatli shog`irdlar yetishib chiqdi (R.A.Kolli, N.N.Shiller, P.A.Zilov, N.P.Kasterin, D.A.Goldgammer, V.A.Mixelson).

Stoletov o`zining laboratoriyasida unga olamshumul shuhratini keltirgan aktinoelektrik tadqiqotlar o`tkazdi. U laboratoriyaga keyinchalik rus fiziklarining ajoyib ilmiy maktabini yaratgan, fanni yorug`lik bosimi ustida tadqiqotlar olib borishi bilan fanning shon-shuhratini yuksaltirgan P.N.Lebedevni taklif qildi.

Stoletovning vafotidan so`ng fizika kabinetiga rahbar etib N.A.Umov saylandi. Stoletov hayotligida u orzu qilgan Fizika institutining yaratilishi ahamiyatini tushungan Umov uni amalga oshirishga ko`p harakat qiladi. Institut loyihasini yaratishi ustida Umov rahbarligi ostidagi komissiya ishlaydi, bu komissiyaga P.N.Lebedev hamda A.P.Sokolovlar kirgandi. Institut 1903 yili qurib bitqazildi. Aynan shu institut devorlari ortida P.N.Lebedevning fizika maktabi gullab yashnadi.

Shunday qilib, chet eldagi laboratoriyalar bilan bir vaqtda Rossiyada ham Peterbur va Moskva universitetlarida fizik laboratoriyalar paydo bo`ladi. Biroq, Rossiyaning iqtisodiy qoloqligi, hukumatning noshudligi laboratoriyalar rivojlanishiga xalal berardi. Laboratoriyalar extiyojlariga ajratiladigan mablag`larning o`ta kichikligi, ilmiy kashfiyotlarning nazarga olmasligi fizikaviy laboratoriyalar rahbarlarini eksperimental ishlar maqsadlarida har bir xona uchun, har bir asbob-uskuna, har bir shog`ird uchun kurashishga to`g`ri kelardi, bu esa ko`pgina vaqtni va kuchni olardi.

Shunday sharoitlarga qaramay, F.F.Petrushevskiy, D.A.Lachinov, M.P.Avenarius, N.A.Umov, A.G.Stoletov, P.N.Lebedevlar kabi ilg`or rus fiziklari nafaqat rus fanini boyitdilar, balki fizikaning rivojlanishiga zalvorli ulushlarini qo`shdilar.

Termodinamikaning Ikkinchi Asosi

Issiqlik texnikasining taraqqiyoti energiyaning saqlanish va almashish qonuni kashf qilinishini nafaqat rag`batlantiribgina qolmadi, u issiqlik hodisalarni nazariy o`rganishiga turtki ham bo`ldi. Asosiy tushunchalar aniqlandi, issiqlik nazariyasi aksiomatikasi yaratila boshlandi, matematik usullar qayta ishlandi. Issiqlik hodisalar nazariyasini yaratishda R.Klazius, V.Tomson va boshqa olimlar yetakchi rolni o`ynadilar.

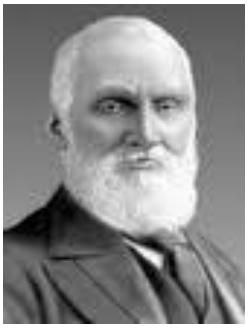
Rudolô Klauzius 1822 yil 2 yanvarida Kyoslin shaharida tug`ildi. Berlindagi universitet kurslarini bitirgandan so`ng u Artilleriya maktabida o`qituvchi bo`lib ishladi. 1855 yildan u Syurixdagi Oliy politexnika maktabiga, keyinchalik Syurix universitetiga professor etib tayinlandi. 1869 yildan u Bonnga ko`chib boradi, u yerda 1888 yil 24 avgustida vafot etadi.

Klaziusning issiqlikni mexanik nazariyasiga doir maqolalari 1867 yili bosilib chiqdi. 1879 - 1891 yillarda uch jildli "Die mechanische Wyormetheorie" nomi ostida bu kitobning ikkinchi to`ldirilgan nashri bosilib chiqdi. Kitobning ikkinchi jildi elektrning mexanik nazariyasiga, uchinchisi - gazlarning kinetik nazariyasiga bag`ishlangan edi.

R.Klauzius

"Issiqlikning harakatlantiruvchi kuchi haqida" deb nomlangan Klaziusning dastlabki maqolasi 1850 yilda paydo bo`ldi. Ushbu maqolada u Karno ishini muhokama qiladi (V.Tomson ketidan) va issiqlikning yo`q qilinmasligi konsepsiyasini rad etgan holda bu qoidalarining asosiy qismini yangi tamoyil, ya`ni, ikkinchi asos ko`rinishida saqlab qolish kerak deb hisoblaydi, bunga Klauzius quyidagicha ta`rif beradi: "Issiqlik nisbatan sovuq jismdan issiqroq jismga o`z-o`zidan o`taolmaydi". Klauzius o`zining maqolalarida bir necha bor "o`z-o`zidan" so`zining ma`nosini tushuntirgan. "Issiqlikning mexanik nazariyasiga doir maqolalari"da u yozadi: "Paydo bo`layotgan "o`z-o`zidan" so`zlar tushunarli bo`lishini talab etadi, ularning tushuntirilishi ishlarimning bir necha bor turli joylarida berilgan". Ayrim jarayonlarda issiqlik sovuq jismdan issiqrog`iga o`tishi mumkin, biroq, "bunda sovuqroq jismdan iliqroq jismga bu o`tishi bilan bir vaqtning o`zida qarama-qarshi jarayon, ya`ni, issiqroq jismdan sovuqrog`iga o`tish o`rinli bo`ladi yoki qandaydir boshqacha o`zgarish ro`y berishi mumkin, u shunday xususiyatga egaki, u bevosita yoki bilvosita qarama-qarshi o`tishni keltirmasdan o`taolmaydi". Klauzius ko`rsatadiki, bunday qarama-qarshi jarayonga "sovuqroq jismdan iliqrog`iga o`tishdagi kompensasiyadek" qaralmog`i lozim va tamoyilning yangi shaklini beradi: "Sovuqroq jismdan iliqrog`iga issiqlikning ko`chishi kompensasiyasiz yuzaga kelmaydi".

"Men tamoyil sifatida chiqarib qo`yilgan taxminim juda ko`p inkorlarga uchradi va buni bir necha marta himoya qilishimga to`g`ri keldi" deb yozadi Klauzius o`zining umumlashtirilgan ishida. Yangi tamoyilni o`rnatilishi uchun ketgan kurashda ingliz fizik Vilÿm Tomson katta rol o`ynadi.


V.Tomson

Vilyam Tomson 1824 yil 26 iyunda Belfastda matematika o`qituvchisi oilasida tug`ildi. Vilÿm sakkiz yoshga to`lganda oila Glazgoga ko`chib boradi, keyinchalik bu yer mashhur fizikning yashash va ijod qilish joyiga aylandi. qobiliyatli bola o`n yasharligidayoq Glazgo universiteti talabasi bo`lib oladi. Tez orada yosh talaba issiqlik o`tkazuvchanlik nazariyasiga doir dastlabki ishini chop ettiradi. Yigirma ikki yoshga to`lganda Tomson Glazgoda professor bo`lib, kafedrani ellik uch davomida, 1899 yilga qadar egallaydi.

Universitetning tabiiy falsafa professori lavozimini egallab, kafedradagi ishlar bilan tanishgandan so`ng Tomson ularni qoniqarsiz deb topadi. Almisoqdan qolgan apparatura, ularning kattagina qismiga yuz yil, qolganiga ellik yil to`lgan. Bunday asboblardan ma`ruza paytidagi namoyishlarda foydalanilgan.

"…Bu yerda nafaqat biror bir eksperimental tadqiqot ta`minlanmagan, loaqal qandaydir talaba bajaradigan amaliy ish uchun xatto g`oya ham yo`q edi".

Tezda Tomson Glazgoda materiyaning elektrodinamik xossalariga doir tajribalarning bir qatorini o`tkazadi. Taklif etilgan ko`ngillilar ko`tarinki ruhda ishga kirishdilar. Boshqa talabalar, ularning yoru-birodarlari eksperimental tadqiqotlarida qatnashayotganini eshitib, o`zlari ham ishtiroq etishlari haqidagi iltimoslari bilan kela boshladilar.

"Men ularning barchasini, ayniqsa o`zim boshlagan "Issiqlikning elektr konveksiyasi" tadqiqotimda ish bilan ta`minlay olmas edim, biroq, imkonim boricha, ularga yondosh mavzulardan, ya`ni, metallarning elektrodinamik xossalari, metallarning elastiklik moduli, atmosfera elektri mavzulardan ish topib berishga harakat qilardim" deb hotirlaydi V.Tomson.

Avvaliga universitet ma`muriyati tadqiqotchilariga eski, ma`ruzalar o`tkazadigan xonalarni va ularga yondosh bo`lgan preparator xonalarni berib qo`ydi. Biroq ko`ngillilar uchun, ularning soni dastavval beshdan yigirmatagacha o`zgarib turgandi, aniq yetarli emas edi, shuning uchun laboratoriya maqsadlarida eski, tashlab qo`yilgan vino saqlaydigan yerto`la hamda professor eski uyining bir qismi ham ajratildi, boshqa qismi ma`ruza o`qiydigan auditoriya sifatida xizmat qilardi. Bir necha yildan so`ng Glazgo universitetida imtihonlardan biri olib tashlandi va unga mo`ljallangan xona V.Tomson ixtiyoriga topshirib qo`yildi. Mana shunaqa xonalar V.Tomsonga fizikaviy laboratoriyalar sifatida 1870 yilga qadar xizmat qilgan.

V.Tomson qo`li ostidagi talabalar hayron qoldirarli darajada ko`tarinki ruhda ishlashardi. Uning o`zi hotirlashicha, ayrim talabalar shunday jon-jahdlari bilan berilib ishlashardiki, ularning sihat-salomatligi haqida qayg`urib, ishlariga aralashishiga to`g`ri kelardi. Laboratoriyada saboq berish mutlaqo yangi ish edi. U vaqtlarda tabiiy falsafa kafedrasiga qatnayotgan talabalar yurist, tibbiyotchi, diniy xodimlar bo`lishga tayyorlanishardi. Ular uchun tabiiy falsafa faqatgina daraja olish uchun kerak bo`lgan fanlardan biri, u ham bo`lsa nazariy fan bo`lib, hech qanday amaliy bilimlarni talab etmasdi.

"Talabalar laboratoriyaga vaqtni chog` o`tkazish umidida kelishardi... va ular adashmagan, ko`ngillari cho`kmagan edi" deb qayd etadi V.Tomson. Tez orada laboratoriya nafaqat chet eldan yozdirib olingan asboblar bilan, balki universitet qoshidagi "Jeyms Uayt" firmasi tomonidan yasalgan asboblar bilan ham to`ldirilib bordi. Firmaning asoschisi J.Uayt Glazgoda ishini 1849 yildan ishini boshlagan edi. V.Tomson o`zi ixtiro qilgan barcha asboblar ana shu firmada yasalardi. 1870 yilda universitet ajoyib yangi binoga ko`chdi, u yerda tadqiqotlar uchun keng xonalar avvaldan nazarda tutilgan edi.

Kafedra va Tomsonning uyi Britaniyada birinchi bo`lib elektr bilan yoritilgan edi. Universitet bilan Uayt ustaxonalari orasida mamlakatdagi birinchi telefon tarmog`i ishlardi. Ustaxonalar kengayib, bir necha qavatdan iborat

fabrikaga aylandi, umuman olganda, u kelajakdagi Kelvin laboratoriyasi filiali bo`lib oldi. V.Tomson ustaxonaga tez-tez kirib turar va Uayt bilan bo`lajak asbobning tuzilishini muhokama qilardi. Umuman olganda, Tomson Glazgodagi jonajon universitetiga sodiq edi. Unga yuqori mansablarni, masalan, Kavendish laboratoriyasiga rahbarlik, Edinburg universitetiga rektorlik kabi boshqa yuqoriroq lavozimlarni taklif qilishardi, lekin u har safar bu takliflarga rad javobini berardi. V.Tomson laboratoriya bilan aloqani uzmaslikga harakat qilardi va qaerda bo`lishidan qat`iy nazar, "pochta va telegraf orqali u hamisha bog`lanar, tadqiqotlar natijalarini olar hamda masofadan turib laboratoriya ishini boshqarardi".

V.Tomson juda katta pedagogik iste`dodga ega edi. U ajoyib tarzda nazariy va amaliy o`qitishni o`rinlatardi. U haftada besh kun ikkita, ya`ni, bittasini fizikadan, ikkinchisini matematik fizikadan ma`ruza qilardi.

Fizikaga doir ma`ruzalar namoyishlar bilan birga olib borilardi. Namoyishlarni ko`rsatishga Tomson talabalarni jalb qilardi. Bunday ma`ruzalar va ularni olib borishdagi namoyishlarning mo`lligi tinglovchilarning qiziqishlarini oshirardi.

V.Tomson universitetining barcha talabalari uchun eksperimental o`qitish o`tkazishning tarafdori bo`lgan. Talabalarining to`rtdan uch qismi bo`lajak teologlar edi. Tomson aytganidek, "aniqqi, ular katta fanni o`rganaolmasalar ham, sabr-toqat va qunt-matonatga o`rganardilar". Laboratoriyadan chiqqanlari orasida ruhoniylarga mansub kishilar bo`lib ketganlarining ayrimlari fizika fani bilan ham shug`ullanishni tark etmadilar.

Masalan, Tomson tabiiy falsafa kafedrasiga yigirma ikki yoshli professor bo`lib kelganda Jon Kerr (1824 - 1907) kafedraning talabasi edi. Kerr Tomsonga fizik laboratoriyani barpo etishda yordam bergan ko`ngillilardan biri edi va ular butun umrga do`st bo`lib qoldilar. Keyinchalik Kerr Shotlandiyadagi cherkovlarning birida ruhoniy bo`lib oldi, lekin umrbod fanga qiziqishini yo`qotmadi va ruhoniy mansabini olim-pedagog mansabiga almashtirdi. Uning nomi u tomonidan 1875 yili kashf qilingan elektroptik effekti tufayli fan tarixiga kirib qoldi.

Tomson laboratoriyasida ko`pgina original ilmiy tadqiqotlar o`tkazilgan bo`lib, u fizika fanida katta rol o`ynadi. Tomsonning "Tabiiy falsafaga doir risola"ga hammuallifi, 1868 yili shunga o`xshash laboratoriyani tashkil etgan Edinburg universiteti professori P.G.Tet quyidagicha yozadi: "Men tasavvur qilgan ahvoldan bir necha marotaba yomon sharoitlarda Glazgodagi ser V.Tomsonning talabalari bir necha yildan beri a`lo darajadagi ishlarni bajarishayapti va o`zining buyuk ustozi tomonidan kamida bitta ajoyib tadqiqoti uchun eksperimental asos bilan ta`minlanib kelinmoqdalar".

1892 yili Tomsonga uning ulkan ilmiy yutuqlarini inobatga olib, unga lord Kelvin (Glazgo universiteti yaqinidan oqib o`tadigan Kelvin daryocha nomidan) unvoni berildi.

Tomson juda ko`p miqdorda eksperimental va nazariy fizikaga doir ishlarni yozib qoldirgan. Uning ilmiy faoliyatining ellik yillik tantanasini 1896 yili butun dunyoning fiziklari nishonlashgan. Tomsonni tabriklashda turli mamlakatlarining

vakillari, shu jumladan, rus fizigi N.A.Umov ham ishtiroq etgan. Tomson 1907 yil 17 dekabrda vafot etgan.

Avval aytganimizdek, Klauzius bilan bir qatorda termodinamikaning ikkinchi qonunini asoslab berilishidagi sharaf Tomsonga ham tegishli. Biz ko`rgandikki, u xatto 1848 yilda ham energiya saqlanish qonuni to`g`riligiga shubha bilan qaragandi, chunki issiqlik mashinalardagi issiqlik ishga to`liq o`tmas edi (bu Karno tomonidan ko`rsatilgan edi). Karnoning ishi Tomsonga haroratli jismni tanlanishiga bog`liq bo`lmagan harorat shkalasini, ya`ni, haroratning absolyut shkalasini kiritish lozimligi haqidagi muhim fikrni ko`rsatib qo`yadi. Bu "Kelvin shkalasi" Karno jarayoniga asoslangandir, unda bu jarayon absolyut xarakteriga ega bo`lib, siklda qo`llaniladigan ish moddaning va jarayonlarning xarakteriga bog`liq bo`lmaydi. "Kelvin shkalasi"ning kiritilishi Tomsonning termodinamikaga qo`shgan (1848) birinchi sezilarli xissasi bo`ldi.

1851 yilning 17 mart, 21 aprel va 15 dekabr sanalarida Tomson Edinburg qirollik jamiyatida ma`ruzalar qildi, ular "Issiqlikning dinamik nazariyasi haqida" nomi ostida 1851 yildagi jamiyatning "To`plamlari"da hamda 1852 yilda "Philosophical Magazine"da bosilib chiqdi. Bu ish issiqlikga yangi nuqtai nazarining bayoni bo`lib, unga binoan "issiqlik modda emas, balki mexanik effektining dinamik shakli" ekanligi ko`rsatilgan. Shuning uchun "mexanik ish bilan issiqlik orasida qandaydir ekvivalentlik mavjud bo`lishi lozim". Tomson, bu tamoyil "ko`rinib turganidek, dastlab … u Mayyerning "Tabiatning o`lik kuchlari haqida izohlar" ishida ochiq-oydin tan olingan edi" deb ko`rsatadi. Shundan so`ng u "issiqlik va mexanik kuchni bog`lovchi" sonli munosabatlarni tadqiq qilgan Joulning ishini tilga oladi.

Tomson, issiqlikni harakatlantiruvchi kuchining butun nazariyasi ikki holatga asoslanganligini, ulardan biri Joulning ishlariga borib taqalishini va quyidagicha ta`riflanishini ta`kidlaydi:

"qanday usulda olinishidan qat`iy nazar, faqat issiqlikdan olinayotgan yoki issiqlik ta`siriga sarflanayotgan mexanik ishning teng miqdori olingan barcha hollarda, teng miqdordagi issiqlik olinishi yoki sarflanishi lozim".

Ikkinchi holatni Tomson quyidagicha ta`riflaydi:

"Agar biror bir mashina o`zining qarama-qarshi ishlashi davomida uning ixtiyoriy harakatlanish qismlaridagi barcha mexanik va fizik jarayonlar qarama-qarshiga aylanayotgan bo`lsa, unda u xuddi shunday isitkich va muzlatgichga ega ixtiyoriy boshqa termodinamik mashina berilgan issiqlik miqdori bilan bajaraolishi mumkin bo`lgan miqdordagi mexanik ishni bajaraoladi".

Bu holatni Tomson Karno va Klauziusga olib borib taqaydi va quyidagi aksioma bilan asoslaydi: "Jonsiz material ta`sir etuvchi yordamida moddaning biror massasidan o`rab turuvchi narsalarning eng sovug`idan ham sovuqroq haroratga tushirgan holda mexanik ishni olib bo`lmaydi".

Ikkinchi Asosning tomsoncha shakli deb nomlanmish bu shaklga Tomson quyidagicha izoh beradi: "Agarda biz ushbu aksiomani barcha harorat uchun haqiqiy deb tan olganimizda, biz avtomatik mashinani ishga tushirib, dengiz yoki yerni muzlatish orqali quruqlik yoki dengizning, nihoyat, butun material olamning butkul issiqligini sarflagunga qadar ixtiyoriy miqdordagi mexanik ishni olishimiz

mumkin deb faraz qilishimizga to`g`ri kelardi". Bu izohda bayon etilgan "avtomatik mashina"ni 2-darajali perpetuum mobile deb nomlaydigan bo`lishdi va ushbu tomsoncha shakl 2-darajali perpetuum mobile mumkin emasligi tamoyilini ifodalaydi. 1852 yilda Tomson 1851 yilda yozgan maqolasidagi holatlarni rivojlantiradi va quyidagi xulosalarga keladi:

"1. Hozirgi kunda material olamda mexanik energiyani sarflanishiga umumiy moyillik kuzatilmoqda.

2. Mexanik energiyani avvalgi miqdorda tiklanishi ekvivalent miqdoridan ziyodroq miqdorda sochilishisiz hech qaysi jarayon yordamida jonsiz predmetlarda amalga oshirib bo`lmaydi, va, balkim, hech qachon oliy tashkillangan materiyada, chunonchi, o`simlik hamda jonli mavjudot huqmiga bo`ysundirilgan materiyada ham amalga oshirilmasa kerak.

3. Agar hozirda material dunyoda kechuvchi ma`lum jarayonlarni boshqarishini ta`minlovchi qonunlar huqmronligida amalga oshirib bo`lmaydigan ma`lum choralar o`tmishda ko`rilmagan va kelajakda ham shunday choralar o`tkazilmas ekan, hozirgi momentdan vaqtning chegaraviy momentidan ilgari, ya`ni, o`tmishda hamda vaqning chegaraviy momenti o`tganidan so`ng Yer yana inson yashab bo`lmaydigan holatga tushadi".

"Tabiatda namoyon bo`luvchi mexanik energiya sochilishiga umumiy moyillik haqida" degan ifodali nomni olgan ushbu chog`roqqina maqolada Tomson o`zining mashhur "issiqlik o`limi" konsepsiyasini shakllantirib beradi. Aytib o`tish joizki, ushbu maqolada Tomson "harakatlantiruvchi kuch" terminini zamonaviy "energiya" termini bilan almashtirgan edi.

1853 yilda Uilÿm Djon Makuori Rankin (1820 - 1872), muhandis, Glazgodagi texnik mexanika professori, "Energiya aylanishi umumiy qonuni haqida" maqolasida "energiya" terminini kiritadi va energiya saqlanish qonunini quyidagi ko`rinishda shakllantirib beradi: "Koinotdagi barcha energiyaning (potensial va kinetik) yig`indisi o`zgarmas bo`lib qolmoqda". Shu paytdan boshlab "energiya" termini muomalaga kirib, umumiy qo`llanila boshlaydi.

Termodinamika asoslarini matematik ifodalanishi ustida ko`p ter to`kkan Klauzius o`zining "Issiqlikning mexanik nazariyasi"da birinchi Asosning analitik ifodasini beradi va ichki energiya nomli fundamental tushunchani kiritadi. U mexanik ish tushunchasiga aniqlik kiritadi,

$$dW = Xdx + Ydy + Zdz$$

ko`rinishidagi differensial ish ifodasining integrallanish shartlarini tadqiq qiladi.

Umumiy holda bu ifodaning integrali integrallanish yo`liga bog`liq bo`ladi, biroq, kuch komponentalari kuch funksiyasining xususiy hosilalariga teng bo`lgan holda integral yo`lga bog`liq bo`lmay qoladi. Manfiy differensiali ish bo`lgan funksiyani Rankin potensial energiya deb nomladi. "Bu nom, haqiqatdan ham, juda ajoyib tarzda potensial energiyaning qiymatini ifodalaydi, lekin, u biroz uzunroqdir, shuning uchun men bu kattalik uchun ergal deb nomlanuvchi boshqacha atamani taklif qildim" deb yozadi Klauzius. Ammo bu nom fanda turib qolmadi, Rankin taklif qilgan atama esa saqlanib qoldi.

Termodinamikaning birinchi asosini Klauzius quyidagi ko`rinishda yozadi:

$$dQ = dH + dL\,, \qquad \text{(I)}$$

bu yerda *dQ* – jismga bag`ishlangan cheksiz kichik miqdordagi issiqlik, uning natijasida jismdagi mavjud issiqlik miqdori *dH* qiymatga o`zgaradi va jism o`z holatini o`zgartirgan holda *dL* ishni bajaradi. Ish *dL* ni Klauzius ichki *dI* va tashqi *dW* ga taqsimlaydi, bunda $dL = dI + dW$. Bunda tenglama (I) quyidagi ko`rinishga kiradi:

$$dQ = dH + dI + dW . \qquad \text{(II)}$$

Ichki ish yo`l shakliga bog`liq bo`lmaydi, tashqi esa u holatdan bu holatga turli o`tishlarida har xil bo`lishi mumkin.

Klauzius 1850 yildagi dastlabki ishidayoq jismdagi mavjud issiqlik va ichki ish "ikkalasi butkul bir xil rolni o`ynashi"ni va ichki kuchlarni bilmasligimiz tufayli ularni ajratib bo`lmasligini nazarda tutgan holda *H* va *I* larni yagona *U* funksiyaga birlashtiradi: *U=H+I* – va birinchi Asosning tenglamasini quyidagicha yozadi:

$$dQ = dW + dU . \qquad \text{(III)}$$

Tomson kabi kattalik *U* ni Klauzius jism energiyasi deb nomladi. Endilikda biz unga "ichki" sifatni qo`shib ishlatamiz. Bu sifatni 1860 yilda Seyner ham ishlatgan, lekin u avvaliga "ichki issiqlik", undan so`ng esa, jismning "ichki ishi" haqida noto`g`ri gapirgan edi.

Termodinamikaning ikkinchi Asosiga o`tar ekan, Klauzius qaytalanuvchan aylanma jarayonlarni ko`rib chiqadi va Karno turidagi siklda sodda aylanma jarayonlarda ikki marta o`tish kuzatilishini, ya`ni, issiqlik ish ga aylanishi va yuqoriroq haroratdagi issiqlikning nisbatan sovuqroq haroratga o`tishi sodir bo`lishini ko`rsatadi. Ikkinchi Asos "ana shu ikkala o`tishdagi munosabatlarini ifodalashi zarur". Ushbu ikkala o`tishlar "bir xil tabiatga ega hodisalardir" va aylanma jarayonda biri birini almashtirib turishi mumkin. Klauzius ikkinchi Asosni o`tishning ekvivalentlik tamoyili sifatida quyidagicha ta`riflaydi:

"Agar uzoq muddatli o`zgarishlarni talab etmaydigan va biri-birini o`rnini bosaoladigan ikkita almashinuvni biz ekvivalent deb nomlaydigan bo`lsak, unda ishdan harorat *T* ga ega issiqlik miqdori *Q* ning hosil bo`lishi $\frac{Q}{t}$ ekvivalentga ega, issiqlik miqdori *Q* ning harorat T_1 dan harorat T_2 ga o`tishi $Q(\frac{1}{t_2} - \frac{1}{t_1})$ ekvivalentga ega, bu yerda *t* haroratning qandaydir funksiyasidir, u almashinishlarni amalga oshirayotgan jarayon turiga bog`liq bo`lmaydi". Klauzius ko`rsatishicha, qaytalanuvchan aylanma jarayon uchun ekvivalent yig`indisi nolga teng bo`ladi:

$$\int \frac{dQ}{t} = 0 .$$

Klauzius bo`yicha, bu ifoda ikkinchi Asosning matematik ifodasidir. "Integral ostida turgan ifoda $\frac{dQ}{t}$ jismning holati bilan bog`liq qandaydir kattalikning differensialidir, garchi ko`rilayotgan holatga o`tishdagi yo`li haqida hech qanday ma`lumot bo`lmagan taqdirda ham, ko`rilayotgan momentda jismning holati ma`lum bo`lsa, uni butkul aniqlash mumkin" deb yozadi Klauzius.

Bu funksiyani Klauzius 1865 yili kiritdi va entropiya deb nomladi (yunoncha "trope" - o`tish so`zidan). Entropiya differensiali

$$dS = \frac{dQ}{t}.$$

Harorat funksiyasi t ni aniqlash uchun Klauzius ideal gazdagi o`tish jarayonini olib ko`radi. U holda berilgan va yutilgan Q va Q_1 issiqlik nisbatlari harorat nisbatlariga teng bo`ladi:

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{T}{T_1}.$$

Ikkinchi tomondan,

$$\int \frac{dQ}{t} = \frac{Q}{t} - \frac{Q_1}{t_1} = 0;$$

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{t}{t_1} \text{ ва } \frac{t}{t_1} = \frac{T}{T_1}.$$

Demak,

$$\frac{t}{T} = const.$$

Doimiy unchalik ahamiyatga ega emas. Uni 1 ga tenglashtirib, $t = T$ va $dS = \frac{dQ}{T}$ larni qo`lga kiritamiz.

Qaytmas jarayonlar uchun $\int \frac{dQ}{T} > 0$ va aylanishga moyil energiya kamayadi, entropiya esa, mos ravishda o`sib boradi. Klauzius termodinamikaning ikkinchi asosini "Koinotning entropiyasi maksimumga intiladi" ko`rinishida ta`riflaydi. Shunday qilib, Tomsondan yigirma yil o`tgandan so`ng u ham "issiqlik o`limi" konsepsiyasiga keladi.

Klauziusning postulati va issiqlik o`limi konsepsiyasi juda ko`p bahslarga sababchi bo`ldi. Karno - Klauzius tamoyilini inkor etishi mumkin bo`lgan juda ko`psonli tajribalar o`ylab topildi. Juda nozik fikriy tajribani Maksvell o`zining "Issiqlik nazariyasi"da (1870) ilgari surdi. Avvaliga Maksvell ikkinchi Asos chekli sohada qo`llanilishi mumkin deb hisoblardi. "Bu holat, - deb yozadi Maksvell ikkinchi Asos haqida, - biz katta massaga ega jismlar bilan ishlab, bu massalardagi alohida molekulalarni ajrata olmaganimizda, shubhasiz, to`g`ridir. Lekin, har bir molekulaning harakatini kuzataoladigan juda g`aroyib xususiyatlariga ega jonzodni faraz qilaylik, bunday jonzod hozirda biz qilishimiz mumkin bo`lmagan ishni bajargan bo`lardi... Faraz qilaylik... qandaydir idish kichik tirqishga ega to`siq bilan ikki, ya`ni, A va B qismga ajratilgan bo`lsin. Aloxida molekulalarni ajrataoladigan o`sha jonzod galma-galdan tirqishni goh ochib, goh yopib turgan bo`lsin, bunda faqat tez harakatlanadiganlari A dan B ga o`tadigan, sekinroq harakatlanadiganlari esa, aksincha, B dan A ga o`taoladigan bo`lsin. Demak, bunday jonzod hech qancha ish sarflamasdan turib, termodinamikaning ikkinchi Asosiga zid ravishda A dagi haroratni pasaytirgan holda B dagi haroratni ko`targan bo`lardi".

"Maksvell shaytoni" kinetik nazariyaning asosiy holatlaridan foydalangan holda ishlaydi, unga ko`ra molekulalar turli tezliklar bilan harakatlanadilar, harorat esa molekulalarning o`rtacha kinetik energiyasiga proporsionaldir. Haqiqatdan ham, molekulyar nazariya ikkinchi Asosga zid sodir etiladigan jarayonlar

mavjudligini tan oladi, ikkinchi Asosning o`zi esa mutloq emas, balki statistik qonundir. "Maksvell shaytoni" ikkinchi qonunni tushunish yo`lidagi bir bosqichdir, xolos. Biroq, bu tasavvur orqali yuzaga kelgan munozaralar tufayli mikroolam qonunlari Maksvell tajribasini amalga oshirishga yo`l qo`ymasligi ayon bo`ldi.

U davrdagi ko`pgina yetakchi fiziklarning energiya saqlanish qonunga bo`lgan tanqidiy munosabati, termodinamikaning ikkinchi asosiga doir munozaralar dunyoqarashning tub masalalarini o`rganuvchi bu fundamental kashfiyotlarining mohiyati o`zidan kelib chiqar edi. Termodinamika asoslari o`rnatilishi davrini Galiley davri bilan taqqoslashardi, va bunga asos bor edi. Fan u davrda ham, bu davrda ham faqat diniy tomonidangina fikr yuritishi mumkin bo`lgan sohalarga, ya`ni, dunyo paydo bo`lishi va yo`q bo`lishi, materiya va harakatning yaratilishi va yakson bo`lishi masalalariga yaqinlashgan edi. Energiya saqlanish qonuni materialistlarning mavqelarini oshirib, diniy dunyoqarash negizlarini yemirardi. Ikkinchi tomondan, issiqlik o`limi konsepsiyasi cherkovning "dunyo oxiri", "oxirat", Iso Masihning qaytishiga yaqin "so`nggi kunlar" ta`limotiga hush kelganday, yaqinlashganday bo`lardi. Bularning barchasi fizikadagi ushbu yangi kashfiyotlarga doir keskin falsafiy munozaralga, bahslarga sababchi bo`ldi.

XVIII asr oxiridan falsafa bilan tabiatshunoslik orasida tavofutlar keskinlasha boshladi. Tabiatshunoslik "mayda-chuyda ishlar" bilan shug`ullana boshladi, ya`ni, konstantalarni o`lchashga, ko`psonli tajribalarni o`tkazishga kirishdi; Kant, Fixte, Shelling va Gegellar tomonidan boshqarilayotgan falsafa esa, ruhning yuqori cho`qqilardagi shaxtlarni o`rgana boshladi. Gersen o`zining "Tabiatni o`rganishga doir xatlar"da empirik tabiatshunoslik bilan idealistik falsafaorasidagi bunday munosabatni yorqin ifodalab bergan edi. Biz chalkashgan falsafa va empirik tabiatshunoslikga doir "o`zaro ishonchsizlik" bilan yo`g`rilgan iboralarini keltirgan edik. Ushbu "o`zaro ishonchsizlik" Mayyer va Gelmgols ishlari taqdirlarida ham bilindi, bunda Poggendorf kabi boshqa empirik tabiatshunoslik namoyondalari har qanday yo`l bilan o`zini olib qochishga harakat qilishidan kuzatish mumkin. Lekin ana shu kurashda, empirika va nazariyaning ana shu to`qnashuvida yangi ilmiy dunyoqarash o`sib borayogan edi.

Olimlar yangi kashfiyotlarda tabiatning ob`ektiv dialektikasini ko`ra oldilar va gegelcha dialektikasi bilan tajribaviy tabiatshunoslikning qudratli uyg`unlashuvini topdilar. Ularning ko`zlari oldida olam abadiy harakatlanayotgan materiya kabi, harakatlar shakllarining uzluksiz, tinimsiz o`zgarishi, qarama-qarshiliklar kurashining sahni kabi gavdalana boshladi.

Mayyer, Joul va Gelmgolslarning buyuk kashfiyotlarida ular nafaqat materialistik dunyoqarash uchun tayanchni ko`raoldilar, ular shuningdek Dekart va Nyutonning mexanistik materializmidan yangi, dialektik materializmga burilish nuqtasini ko`raoldilar. Energiya saqlanish qonunida nafaqat uning miqdoriy tomonini, ya`ni, energiya saqlanishini, balki sifatiy yondoshishini ham, ya`ni, harakat shakllari turli xillarining o`zgarishini ham uqdirib o`tish lozim. 1885 yili Engels yozganidek: "Agar o`n yillar muqaddam yangi kashf qilingan harakatning buyuk qonuni faqatgina energiya saqlanish qonuni sifatida qabul qilingan bo`lsa, harakat ham paydo bo`lishi va yo`qotilishi mumkin bo`lmasligi ifodasi sifatida

qabul qilingan bo`lsa, ya`ni, faqatgina miqdoriy qabul qilingan bo`lsa, endi ushbu tor ma`nodagi salbiy ifoda sekin-astalik bilan ijobiy bo`lgan energiya aylanish qonuni tomonidan sitib chiqarila boshladi, bunda ilk bor jarayonning sifatiy, ijobiy tomonlari ishga tushirilaboshladi va butun olamni Yaratguchisi haqidagi hotira o`chib boradi".

Ushbu aylanish qonunda ko`pgina olimlar issiqlik o`limi konsepsiyasining inkorini ko`ra bildilar.

Issiqlikning mexanik nazariyasi va atomistika

Engelsning ushbu teran fikrlari tabiatshunoslarga 1925 yilga qadar noma`lum bo`lib keldi. Biroq fiziklar o`zlari energiya saqlanish qonuni ularga yangicha sintez uchun zamin yaratishini, tabiatga yangicha, yahlit nuqtai nazar bilan yondoshishni, olamning yagona fizikaviy tasavvurini yaratishga imkon berishini tushunib yeta boshladilar. Energiyaning barcha shakllarini yagona o`lchamga keltirish, ya`ni ularni mexanik ishning birliklarida chamalashga imkon yaratilganligi uchun barcha fizikaviy jarayonlarni mexanik harakatlarga keltirishga, olamning mexanik tasavvurini yaratishga imkon paydo bo`lganidek tuyulardi. Bu yo`nalishdagi dastlabki qadamlardan issiqlikning mexanik nazariyasi yuzaga kelishi bo`ldi. Issiqlikning mexanik, yoki dinamik nazariyasini yaratuvchilari XVIII asrdayoq Lomonosov tomonidan chizib qo`ygan dasturini amalga oshiraoldilar.

Ushbu dasturning negizida issiqlik moddadagi o`ta mayda zarrachalarining, Lomonosov iborasi bilan, "sezib bo`lmas" zarachalarining, ya`ni, XIX asr kimyogarlarining tasavvuricha, molekula va atomlarining harakati shaklidir degan tasavvur yotar edi.

Materiya haqidagi atomar-molekulyar ta`limot Levkipp va Demokritlar davridan boshlab butun fan tarixi davomida fizikaviy va kimyoviy tadqiqotlariga yondoshib keldi. U gohida bostirib yuborilar va unda ikkilamchi ko`rinishga ega bo`lib kolar, gohida qayta yuzaga kelar va tadqiqotchining fikrini ilgari undardi. Boyl davridan boshlab u kimyoga ham xizmat qila boshladi va Lomonosov tomonidan kimyoviy o`zgarishlar ta`limotiga asos qilib olingandi. XIX asr boshlarida kimyoviy atomistika taraqqiyotini rag`batlantiruvchi muhim kashfiyotlar qilindi. Bu - tarkib doimiyligi va karrali munosabatlar qonunlarining ochilishi bo`ldi. Tarkib doimiyligi qonuni 1801 yildayoq fransuz kimyogar Prust (1754 - 1826) tomonidan bildirilgan edi. Moddaning tarkibi uzluksiz o`zgarib borishi haqida fikr bildirgan boshqa fransuz kimyogar Bertolle (1748 - 1822) ga qarshi o`laroq Prust murakkab moddalar komponentalarining foizli munosabati sakrab o`zgarishini ta`kidlardi. Bertolle bilan bo`lgan munozaralar sakkiz yil davom etdi va Prust g`alabasi bilan yakunlandi.

Tarkibning o`zgarmasligi qonuni va sodda moddalarning turli birikmalaridagi komponentalarining salmog`i sakrab o`zgarishi murakkab birikmalarida o`zaro ta`sirlashuvga kirishib ketuvchi moddadagi o`zgarmas o`ta mayda zarrachalar haqidagi g`oyani yuzaga keltirardi. Bu fikr ingliz kimyogar Jon Dalton tomonidan bildirildi va batafsil asoslanib berildi.

Jon Dalton 1766 yilning 6 sentyabrida qishloqdagi to`qimachi oilasida tug`ildi. Uning mashhur hamyurti Faradey kabi u bilimlariga mustaqil tarzda ega bo`ldi va 15 yoshga kirgunga qadar shunday muvaffaqiyatlarga erishdiki, Kendala shahridagi maktabga matematika o`qituvchisi sifatida taklif qilindi. 1793 yilda u Manchesterdagi kollejda tabiiy falsafa (ingliz kollejlarda fizika ana shunday yuritilar edi) va matematika o`qituvchisi bo`lib oldi, bu yerda mashhur sotsialist-utopiyachi Robert Ouen uni Manchesterdagi adabiyot va falsafa jamiyati a`zoligiga kiritib qo`yadi. Keyinchalik bu jamiyat a`zoligiga yana bir boshqa mashhur manchesterlik - Joul qabul qilingandi, XX asrda esa shu jamiyatning majlisida atomning yadroviy modeli kashf qilinishiga olib kelgan tajribalari haqida Ernst Rezerford ma`ruza qilgan edi. 1800 yilda Dalton jamiyatning kotibi, 1817 yildan boshlab esa uning raisi etib saylanadi. Dalton 1844 yilining 27 iyulida Manchesterda vafot etadi.

Dalton gaz va bug`lar qorishmalariga doir fundamental tadqiqotlar o`tkazadi, natijada u o`zining nomi bilan atalgan qorishmalar komponentalari parsial bosimlari bog`lanmasligi qonunini chiqaradi (1801 - 1802). 1802 yilda Gey-Lyussakdan bir necha oy muqaddam u gazlarning issiqlikdan kengayishi qonunini o`rnatadi. 1803 yilda Dalton atomistik gipotezadan foydalangan holda karrali munosabatlar qonunini chiqaradi va uni uglevodorod birikmasi, ya`ni, metan va etilen birikmalarini o`rganish asosida isbotlaydi.

Dalton kimyoga atom vazni degan fundamental tushunchani kiritadi va atom vazni birligi sifatida vodorod atomining vaznini qabul qilgan holda ayrim kimyoviy elementlarining atom vaznlarini topadi. Suv molekulasi tarkibida bir atom vodorod va bir atom kislorod mavjud deb xatolikga yo`l qo`yadi, oqibatda u kislorod va azotning atom vaznlarini noto`g`ri aniqlagan bo`ldi. Biroq, Dalton birinchi bo`lib, atom vaznlari jadvalini tuzdi va kimyoviy belgilanishni kiritdi, bu unchalik muvaffaqiyatli chiqmadi va keyinchalik kimyoda biroz qulayroq bo`lgan Bersellius (1779 - 1848) belgilanishi bilan almashtirildi.

Fan tarixida tez-tez uchrab turganidek, zamonaviy kimyo asosida mavjud bo`lgan kashfiyotlar mustaqil ravishda va deyarli bir vaqtda ko`pgina tadqiqotchilar tomonidan topilardi. Atom vaznini topishga nemis kimyogar Iyeremiya Rixter (1762 - 1807) ham yaqinlashgan edi. Gazlarning issiqlikdan kengayishi qonuni Daltondan mustaqil ravishda fransuz fizik va kimyogar Jozef Lui Gey-Lyussak (1778 - 1850) tomonidan 1802 yilda topilgandi. Bu kashfiyot qilinganiga uch yil o`tgandan so`ng Gey-Lyussak mashhur nemis tabiatshunos Aleksandr Gumbolät bilan birgalikda tajribalar o`tkazishga kirishdi, ushbu tajribalar asosida 1808 yilda karrali hajmlar qonuni o`rnatilga, unga ko`ra gazsimon birikmaning hajmi komponentalar hajmlari bilan sodda karrali munosabatda bo`ladi. Lekin bu qonunning nazariy izohi ayrim hollarda Daltonning ma`lumotlariga zid kelardi, oqibatda Dalton bu qonunga qarshi keskin chiqqandi. Gey-Lyussakning o`zi esa kashf qilgan qonunini nazariy jihatdan izohlashdan bosh tortdi va uni faqatgina tajribada topilgan fakt sifatida ko`rdi.

1811 yilda italÿn fizik va kimyogar Amedeo Avogadro (1776 - 1856) atom-molekulyar nazariyani rivojlantira turib, o`zining nomini olgan qonunini ochadi, unga ko`ra harorat va bosimning bir xil sharoitlarida gazlarning teng hajmlarida

molekulalarining teng miqdori joylashadi. Bunda Avogadro muayyan elementning molekulasi bir necha atomdan iborat bo`ladi deb faraz qilgandi, oqibatda Gey-Lyussak tajribalaridagi natijalarini atom-molekulyar nazariya terminlari doirasida izohlashga imkon topildi. Xuddi shunday nuqtai nazarni 1814 yilda Amper ham bildirgan bo`ldi.

Dalton, Berselius va boshqa ko`zga ko`ringan kimyogarlar Avogadro nazariyasini qabul qilmadilar va kimyoviy atomistikaning rivojini XIX asrning 60-nchi yillariga qadar to`xtatib qo`yishdi, bunda Jerar (1816 - 1856) Avogadro qonunini tajribalardan olingan boshqa ma`lumotlar bilan isbotladi va italÿn kimyogar Kannitssaro (1826 - 1910) tomonidan qo`llab-quvvatlangan atom-molekulyar nazariya kimyoga puhta bo`lib kirib keldi. Kimyoda atom nazariyaning o`rnatilishi uning fizikada qo`llanilishiga mos tushardi, bunda energiya saqlanish qonuni kashf qilinishi issiqlikning harakat shakli ekanligi haqidagi tasavvurni qayta tiklagandi. Bu tasavvur 1620 yilda F.Bekon tomonidan tusmol shaklida aytilgan bo`lib, 1743 - 1745 yillarda M.V.Lomonosov tomonidan rivojlantirgan edi, u energiya saqlanish va almashinish qonuni asoschilaridan biri, ya`ni, Jems Joul tomonidan 1848 yil 3 oktyabrida Manchester adabiyot va falsafa jamiyati majlisidagi qilgan "Issiqlik va elastik suyuqliklar tuzilishiga doir ayrim izohlar" deb nomlangan ma`ruzasida yana bir bor qayta aytilgandi. Ma`ruza uch yildan so`ng jamiyatning ishlar to`plamida, undan yana olti yil o`tganidan so`ng esa "Philosophical Magazine" da bosilib chiqdi.

Joul 1842 yilda Britan Assotsiasiya yig`inida natijalari e`lon qilingan o`zining tajribalariga ishora qilishdan boshlaydi. Ushbu tajribalar "magnitoelektrik mashina bizga mexanik kuchni issiqlikga aylantirishga imkon berishi mumkin"ligini ko`rsatdi. Shu bilan birga ular issiqlik va mexanik kuch o`zaro o`tishligi xulosasiga keltiradi, binobarin, "issiqlik salmoqli zarralarining yoki vis viva (tirik kuch) ekanligi, yoki vis viva (tirik kuch) ni yuzaga keltiruvchi itarishish va tortishishning qandaydir holati ekan"ligi xulosasiga keltirdi.

Shunday qilib Joul aniq qilib energiya saqlanish qonuni qat`iy miqdoriy munosabatda ishning issiqlikga aylanishida o`z ifodasini topishini ko`rsatdi. Olim, salmoqli zarralarning issiqlik kinetik (tirik kuch) yoki potensial ("itarishish va tortishish qandaydir holati") energiyaning shakli ekanligi xulosasiga keladi. Havoni adiabatik ezish yoki kengaytirish yo`li bilan uning haroratini o`zgartirishga doir 1844 yilda o`tkazgan tajribalarini eslab, u gazlarning elastikligi "har qanday gaz o`z tarkibidagi zarralarining harakati effektidan namoyon bo`lishi lozim"ligidan iboratdir deb xulosa qiladi. Issiqlik moddadagi zarralarining tebranma harakatidir degan Devining iborasini keltirib, Joul uning o`zi "ser Devi bayon etgan aylanma harakat Boyl va Mariott qonunini, shuningdek, elastik suyuqliklar namoyon etishi mumkin bo`lgan boshqa hodisalarni tushuntirib berishini ko`rsatmoqchi bo`lganligi"ga ishora qiladi. Lomonosov Boyl qonunini "sezilmas zarralar" aylanma harakati gipotezasi orqali tushuntirib berganligidan Joul bexabar. Biroq, u 1821 yilda Gerapat tomonidan bildirilgan gipotezani soddaroq deb hisoblaydi, unga ko`ra gazning zarralari barcha yo`nalishlarda ilgarilanma harakatga ega deb qabul qilinadi va ana shu tasavvurdan kelib chiqadi,

shu bilan birga u "aylanma harakatning gipotezasi teng holda bu hodisalar bilan yaxshi moslashishi"ni ham ta`kidlab o`tadi.

Joul ma`lum harorat va bosimda bo`lgan vodorod zarralarining harakat tezliklari hisob-kitoblarini keltiradi. U vodorodni massa, harorat, bosimlarining konkret sonlari bilan ish ko`radi va zarralar kub shaklidagi idishda uch xil yo`nalish bo`ylab bir xil miqdorda harakatlanadi deb hisoblagan holda "bosim zarralar tezliklari kvadratiga proporsional bo`lishligini" ko`rsatadi. Joul bu tezlikning sonli qiymatini aniqlaydi.

Joulning xulosasi mutlaqo aniq: gaz - vodorod, gazning massasi 36,927 gran, bosim simob ustunining 30 dyuymi, harorat Farengeyt bo`yicha 60° ni tashkil etadi. Vodorod zarralarining tezligi sekundiga 6225 futni tashkil etdi, suv yahlash haroratida (Farengeyt bo`yicha 32°) u sekundiga 6055 fut bo`ladi. Joul bu hisob-kitoblarda vodorodning zarralari sezilarli o`lchamga ega emas deb olinganligini, aks holda berilgan bosimda tezlik kichikroq chiqishini ta`kidlab o`tadi. Davomida u "absolyut harorat, bosim va vis viva biri biriga proporsional ekan"ligini, gazning issiqlik sig`imi "berilgan haroratdagi vis vivaning umumiy yig`indisi bilan ifodalanishi"ni ko`rsatadi. Shunday qilib, konkret sonli hisob-kitoblar asosida Joul ideal gazning asosiy qonunini chiqaradi.

1857 yilda Poggendorfning "Annallari"da Klaziusning "Biz issiqlik deb hisoblaydigan harakat turi haqida" maqolasi bosilib chiqqandi. Ushbu maqolasini o`zining "Issiqlikning mexanik nazariyasi"ning uchinchi bobida bosib chiqarar ekan, Klazius uni tarixiy ma`lumotnoma bilan to`ldiradi, unda gap Klazius xohish-istagiga ko`ra Joul 1848 yildagi maqolasi 1857 yilda qayta bosib chiqarilganligi hamda Poggendorf "Annallari"da 1856 yilda bosilib chiqqan Kryonigning "Gazlar nazariyasiga doir ocherklar" ishlari haqida gapiriladi. Ushbu ma`lumotnomada Klazius Lukresiy, Gassendi, Boyl va Daniil Bernulli nomlari ham kiritilgan kattagina ro`yxatni keltiradi. Biroq, Lomonosovning nomi bu ro`yxatda keltirilmagan, Peterburg Fanlar Akademiyasining "Yangi kommentariyalari"da bosilib chiqqan uning ishlari bu davrga kelib hotiradan o`chib ketgandi. Klaziusning o`zi "mening ro`yxatimga, extimol, yana boshqa mualliflarni qo`shsa bo`lardi" lekin u "yanada qadimiyroq mualliflarni o`qimaganman" deb tan oladi. Har qalay, Lomonosovning g`oyalari tantana qilgan bir vaqtda uning nomi tilga olinmagan.

Klauzius, uning termodinamik tadqiqotlari issiqlik harakatining biror bir tasavvuri bilan bog`lanmaganligini ta`kidlaydi. "Issiqlikning mexanik nazariyasi"ning birinchi qismida qilingan barcha xulosalar "qandaydir umumiy qonunlarga asoslangan, ularni issiqlik tabiati haqida biror aniq taxminlarni qilmay turib to`g`ri deb tan olish mumkin". Klauzius tomonidan ilk bor payqab olingan termodinamik usullarining ushbu umumiyligi fizikaviy fanning barcha jabxalarida qo`llanishi mumkin bo`lgan tadqiqotning o`ta qudratli vositasiga aylantiradi. Shu bilan birga Klauzius uning tadqiqotlari "qandaydir gipotezadan holi emas edi" va u "issiqlikda doir ishlarining boshlaridanoq ..., qizdirilgan jismning ichki holatidagi harakatini ko`rib chiqmoqchi bo`lganligini va bu haqda qandaydir tasavvurga ham ega bo`ldim..." deb tan oladi.

Klauziusning ushbu tan olishi muhimdir. O`zining dastlabki ishi bosib chiqarilishidan oldin u molekulyar-kinetik gipotezadan ruhlangandi, bu narsa unga issiqlik nazariyasiga doir asosiy tushuncha va tamoyillarini ishlab chiqishga ko`maklashgandi. Termodinamikaga issiqlik tabiatiga doir maxsus gipoteza shart emas, lekin termodinamika yaratuvchisiga bunday gipoteza suv bilan havodek zarur edi. "Gipotezalarning xususiyati ana shunday. Ular fan uchun, ayniqsa uni tadqiq qilishda zarurdirlar... Giotezalar dehqon omochi foydali o`simliklarni yetishtirishida ko`maklashgani singari haqiqatni tiklashda to`g`ri ilmiy ishni bajarishni osonlashtiradi" deb yozgan edi D.I.Mendeleev.

Klauzius o`zi "kinetik" deb nomlagan gazlarning yangi nazariyasi haqidagi asosiy tasavvurlarni bayon etadi. Gazning molekulalari o`zgarmas tezlik bilan to`g`ri chiziqli harakatlanadilar, tezliklari faqat boshqa molekula yoki shaffof bo`lmagan devor bilan to`qnashish jarayonida o`zgaradi. Bunda "o`rtachalaganda, ularning harakatidagi tirik kuchi to`qnashishdan avvalgi qiymatini saqlab qoladi". Gazning bosimi molekulalarining shaffof bo`lmagan devorga urilishlari bilan tushuntiriladi. Ilgarilanma harakati bilan birga Klauzius aylanma harakat extimolini ham, shuningdek, alohida zarralar orasidagi qandaydir tebranma harakat bo`lishini inobatga oladi. Atomlarni mutlaqo o`zgarmas deb olinganda ham, bir necha atomdan tarkib topgan molekula "endi mutlaqo o`zgarmas massani tashkil etmaydi" va uning ichidagi atomlar "biri biriga nisbatan tebranib turishlari mumkin" bo`ladi. Shuningdek, Klauzius "bundan tashqari, har bir salmoqli atom nisbatan yupqa bo`lgan materiyaning qandaydir miqdori bilan o`ralgan va u atomdan ajralmagan holda uning atrofida qandaydir harakatlar bajarishi mumkin" deb faraz qiladi.

Ushbu ichki harakatlarning mavjudligi ayrim molekulalar o`zaro va devorning molekulalari bilan noelastik ta`sirlashuviga olib keladi. O`rtacha barqaror holati olinganda esa molekulalarning ilgarilanma harakati molekula bo`laklari ta`siri ostida o`zgarmaydi va "katta miqdordagi molekulalarning jamlangan ta`sirini tadqiq qilayotganda alohida to`qnashuvlarda sodir etiladigan hatoliklarni inobatga olmasdan, ilgarilanma harakatiga nisbatan molekulalar elastiklikning umumiy qonunlariga rioya qiladilar deb qabul qilish mumkin". Bunda Klauzius har bir molekulaning ilgarilanma harakati uning bo`laklari harakatiga nisbatan o`rtacha olganda o`zgarmas munosabatda qoladi deb hisoblaydi.

1857 yildayoq Klauzius gazlarning kinetik nazariyasiga doir asosiy formulasini chiqargan edi, unga binoan gazning bosimi hajm birligidagi barcha molekulalarining kinetik enerrgiyasining uchdan ikki qismiga teng ekan. "Issiqlikning mexanik nazariyasi"ning uchinchi qismida u yana ushbu xulosaga qaytadi. Molekulaning devorga urilish mexanizmini olib ko`rar ekan, u, gaz va devor molekulalari tarkibiy qismlarida harakati mavjudligi tufayli ushbu ichki harakatlarning o`zaro ta`sirlashuvi yuzaga keladi va "urilish paytida ularning harakatlari qanday fazada bo`lishiga bog`liq bo`lib, molekulaning pirovard harakati urilish natijasida hosil bo`ladigan butun harakatiga ta`sir etadi" deb hisoblaydi.

Ko`rib turganimizdek, Klauzius molekula va atomlarining to`qnashish murakkab jarayonini hamda ulardagi tuzilma elementlari harakatlarining

aniqlovchi rolini aniq-tiniq tasavvur etaolgan. Biroq, molekulalarining katta soni uchun o`rtachasini olganda molekulalar devorga borib urilganda "qo`zg`almas devordan elastik sharlar urilishlarining umumiy qonunlariga binoan" akslangadek bo`lib chiqadi. Shunday qilib, gaz bosimini ta`minlab beruvchi elastik to`qnashishning mexanizmi, Klauzius bo`yicha, o`rtachalash natijasida olinadi, ya`ni, "molekulalar akslangandan keyin o`rtacha olganda urilish momentidagi tirik kuchga ega bo`ldilar deb qabul qilish mumkin bo`ladi va devordan akslangan molekulalar ichidagi harakatlanishlarining barcha yo`nalishlari devorga urilgan molekulalarining harakatlanish yo`nalishlaridek berilgan bo`lishi lozim". Agar shunday farazni qabul qilsak, unda, Klauzius ko`rsatganidek, "bosimni aniqlashda faqat o`rtacha tenglik o`rniga har bir urilish orasidagi tenglik mavjudligini qabul qilish bilan barobardir". Maktabdagi odatiy xulosa chiqarishda molekula devor bilan elastik to`qnashish qonuniyatiga bo`ysungan holda to`qnashadi deb faraz qilinadi va shu yo`sinda Klauziusni ushbu farazga keltirgan murakkab yo`l bartaraf etiladi.

Klauziusning ikkinchi farazi gazning idealligi (mukammalligi) gipotezasidir: birinchidan, gazning molekulalari "shunchalik kichikdirlarki, ularning hajmlari butun gazning o`zi egallab turgan hajmga nisbatan juda kichik, ikkinchidan, molekulalar faqatgina juda yaqinidan o`zaro ta`sirlashuv kuchlarini namoyon etaoladilar". Undan tashqari, bosimni hisoblay turib Klauzius taxmin qiladiki, unga binoan gazning molekulalari "imkon bo`lgan barcha tomon harakatlanadilar, bunda ixtiyoriy yo`nalish boshqa barcha yo`nalishlaridek, teng huquqlidir". Bu - molekulyar xaosning (tartibsizlikning) gipotezasidir. Bosimni hisoblashda Klauzius Nyutonning ikkinchi va uchinchi qonunlaridan foydalanadi, shuningdek, to`qnashishdan to`qnashishgacha molekulalar inersiya qonuniga binoan tekis va to`g`ri chiziq bo`ylab harakatlanganligi uchun Klauzius molekulalar va atomlarga Nyuton qonunlarini, mumtoz mexanika qonunlarini tadbiq etish mumkin deb qabul qiladi.

Shunday qilib, Klauzius gazlarning kinetik nazariyasini mumtoz mexanika asosida molekulyar tasavvurlar va statistikani keltirgan holda quradi. Bosim formulasida unda alohida molekulalar tezliklarining o`rtacha kvadrati namoyon bo`ladi. U extimolliklar nazariyasi tushunchalaridan foydalangan holda o`rtacha to`qnashishlar sonini va molekulaning o`rtacha erkin yugurish uzunligini hisoblaydi. Klauzius hisoblashlarining ushbu natijalari va usullari hozirda fizika darsliklariga kiritilgan.

1859 yil 21 sentyabrida o`tgan fanlar taraqqiyoti yondoshishning Britaniya Assotsiasiyasining majlisida Jems Klerk Maksvell "Gazlarning dinamik nazariyasiga tushuntirishlar" nomli ma`ruza qiladi. Maksvell molekulyar gipotezadan "materyaning shunchalik ko`p xususiyatlari kelib chiqadiki, ayniqsa uni gazsimon holatda o`rganilsa, bu harakatning haqiqiy tabiati qiziqishni uyg`otishi tabiiydir" deb ta`kidlaydi.

Shundan so`ng Maksvell ishora qiladiki, Daniil Bernulli, Joul, Kryonig, Klauzius va boshqalar "mukammal gazdagi bosim, harorat va zichlik orasidagi munosabatlarni tushuntirishda zarralar o`zgarmas tezliklar bilan to`g`ri chiziqli yo`llardan harakatlanib, gaz saqlanayotgan idish devorlariga uriladilar va shu bilan

bosim hosil qilinadi deb taxmin qilib tushuntirish mumkin bo`lishini ko`rsatdilar". Erkin yugurishning o`rtacha uzunligi va molekulaning diametri kabi molekulyar kattaliklarni aniqlash uchun Maksvell kichik o`lchamli qattiq, elastik sharlarini qandaydir sonining harakati va to`qnashuvlarini mexanika qonunlari asosida tadqiq qiladi. U, bunday sistemada o`zaro to`qnashishlar natijasida zarralar orasida "qandaydir to`g`ri qonunga muvofiq" tirik kuchlar munosabati o`rnatiladi degan xulosaga keladi. Bunda "garchi har bir alohida olingan zarraning tezligi har bir to`qnashuvda o`zgarib tursada, tezliklari aniq bir oraliqda joylashgan zarralarning o`rtacha sonini" topish mumkin. Maksvell quyidagi natijalarni qo`lga kiritadi.

"1. Tezliklari aniq bir yo`nalishda taqsimlangan hamda x va $x + dx$ oraliqda joylashgan zarralar soni

$$N = \frac{1}{\alpha\sqrt{\pi}} e^{\frac{x^2}{\alpha^2}} dx \text{ ga teng.} \quad (1)$$

2. Haqiqiy tezliklari v va $v + dv$ oraliqlarida joylashgan zarralar soni

$$N = \frac{4}{\alpha^3\sqrt{\pi}} v^2 e^{\frac{v^2}{\alpha^2}} dv \text{ ga teng.} \quad (2)$$

3. O`rtacha tezlik

$$\bar{v}^2 = \frac{2\alpha}{\sqrt{\pi}} \text{ ga teng.} \quad (3)$$

4. O`rtacha qiymat

$$v^2 = \frac{3}{2}\alpha^2 \text{ ga teng.} \quad (4)$$

Maksvell umumiy xulosa sifatida "zarralar orasidagi tezliklar "eng kichik kvadratlar usuli" nazariyasidagi kuzatuvlar orasidagi xatoliklar taqsimlanadigan qonunga bo`ysunadilar". Tezliklar 0 dan ∞ oraliqlarida joylashgan, lekin katta tezliklarga ega molekulalarning soni nisbatan kichik.

Undan so`ng Maksvell bitta idishda ikki xil tizimdagi zarralar harakatlanayotgan bo`lsa, unda "ikkala tizimdagi har bir zarraning o`rtacha tirik kuchi teng" bo`lishini ko`rsatadi. Keyinchalik Maksvell o`zining "Molekulalar" nutqida ushbu so`zi haqida bunday izoh bergandi: "Dinamik nazariya, shuningdek, bizga turli massali molekulalar o`zaro to`qnashganda nima bo`lishini ko`rsatadi. Katta massalar kichiklarga nisbatan sekinroq harakatlanadilar, shuning uchun, o`rtacha olganda har bir molekula, u katta yoki kichik bo`lishidan qat`iy nazar, harakatlanishning bir xil energiyasiga ega bo`ladi.

Ushbu dinamik teoremaning isboti, va bunga men o`z peshqadamlik huquqimni e`lon qilaman, oxirgi paytlarda doktor Lyudvig Bolöman ishlari tufayli keng ommalashib ketdi va takomillashtirildi. Bundan kelib chiqadigan eng muhim hulosa shundan iboratki, o`zgarmas harorat va bosimda ixtiyoriy gazning kub santimetrida molekulalarining bir xil soni mavjud bo`ladi". Ana shunday tarzda ideal gazlarning boshqa qonunlari qatori Avogadro qonuni ham gazlarning kinetik nazariyasida o`z o`rnini topdi.

Maksvell, zarra boshqa bir zarra bilan to`qnashgunga qadar berilgan masofani bosib o`tish extimolligini aniqlaydi va uni $l^{-\alpha x}$ ga teng deb qabul qiladi, bu yerda x – berilgan masofa. Har bir zarra to`qnashgunga qadar bosib o`tadigan

masofasi $l = \frac{1}{\alpha}$ ga teng. Shundan so`ng u zarralarning devorga urilishi natijasida hosil bo`ladigan bosim

$$p = \frac{1}{3} MNv^2$$

formula bilan ifodalanishini ko`rsatadi, bu yerda $N$ – hajm birligidagi zarralarning soni, $M$ – har bir zarraning massasi, $v$ – uning tezligi. Maksvellning xulosasida erkin yugurishning o`rtacha uzunligi mujassam bo`lib, u oxirgi natijada tushib qoladi. $MN = \rho$ – gaz zichligi, $v^2 = 3k$ deb qabul qilsak,

$$p = k\rho,$$

ni olamiz, u Boyl - Mariott qonunini ifodalaydi. Bunda konstanta α tezlikning o`rtacha kvadrati orqali ifodalanadi:

$$\bar{v}^2 = \frac{3}{2}\alpha^2,$$

bunda

$$\alpha^2 = 2k.$$

Erkin yugurish uzunligini Maksvell ichki ishqalanish koeffitsiyentidan aniqlaydi. Turli tezliklar bilan harakatlanayotgan gazlarning ikki qatlami orasidagi harakat miqdori ko`chishini (Maksvell terminologiyasi bo`yicha "moment") aniqlayotgan paytda u birlik yuzaga mos keladigan ishqalanish kuchi uchun

$$F = \frac{1}{3} MN\, l\, v \frac{du}{dz}$$

ifodani topadi, bu yerda $\frac{du}{dz}$ - tezlik gradiyenti. $F = \mu \frac{du}{dz}$ deb faraz qilib, ishqalanish qonuniga binoan aniqlaymiz:

$$\mu = \frac{1}{3} MN\, l\, v = \frac{1}{3} \rho\, l\, v.$$

Biroq, erkin yugurish uzunligi $l = \frac{1}{\sqrt{2}\pi S^2 N}$, bu yerda S - zarraning diametri. Bundan

$$\mu = \frac{1}{3\sqrt{2}} \cdot \frac{Mv}{\pi S^2}$$

ni qo`lga kiritamiz.

Maksvell, uning tenglamasi "bizni ajoyib xulosaga keltirishini" yozadi, u shundan iboratki, "ishqalanish koeffitsiyenti zichlikga bog`liq emas. Matematik nuqtai nazaridan bu xulosa o`ta hayratlanarlidir, va bu sohadagi menga uchragan yagona tajriba buni tasdiqlamaganidek bo`ldi". Aslida bu xulosa hodisalarning keng miqyosida tasdiqlandi, biroq Maksvell "o`zining nazariyasini gazlar diffuziyasiga doir hamda gaz orqali issiqlikning yuzaga kelishi ma`lumotlari bilan taqqoslash lozim" deb hisoblaydi. Shunday qilib, Maksvell ilk bor ko`chish hodisalarini tadqiq qilgan bo`ldi. O`zining tadqiqotlariga yakun yasab, Maksvell "Biz bu yerda qattiq elastik zarralar gazlar hodisasiga o`xshashdek tuyulgan turli holatlarda to`qnashishining matematik nazariyasini kuzatib ko`rdik. Biz avval boshqalar qilganlaridek, alohida olingan gaz uchun bosim, harorat va zichliklar nisbatlarini olib ko`rdik. Biz shuningdek, ikkita turli gaz bir biri bilan erkin

ta`sirlashganda (bu holat ikkalasi ham bir xil haroratga ega bo`lganlarida kuzatiladi), unda har bir gazning alohida olingan zarralarining massalari molekulyar tezliklari kvadratiga teskari proporsional ekanligi va, binobarin, teng haroratda va teng hajmda hajm birligidagi zarralar soni bir xil bo`ladi" deb yozadi.

Maksvell yozgan rezyumesida bitta fakt diqqatga sazovordir, u o`zi kashf qilgan tezliklar taqsimoti qonuni haqida bir og`iz ham ochmaydi, lekin Avogadro qonuni tushuntirilishini batafsil keltiradi. Aytib o`tish joizki, bu tushuntirilishi haqida u har doim o`zining ommabop maqolalari va chiqishlarida eslatib o`tgan. Shunday bo`lsada, hozirda biz Maksvellning asosiy xizmati u kashf qilgan tezliklar qonunida deb bilamiz va Maksvellning o`zi eng muhim deb hisoblagan narsani esa, hotiradan o`chirib tashlaganmiz. Erkinlik darajalariga bog`liq energiyaning tekis taqsimlanish nazariyasini biz Bolöman nomi bilan bog`laymiz. Ushbu nazariya Maksvellning massasidan mustasno bir xil haroratdagi molekulalarining o`rtacha energiyalari tengligi kashfiyotini qamrab oladi va issiqliklar nisbatlarini izohlashdagi muvaffaqiyatsizligini tushuntiradi.

Maksvellning nazariyasida uning mexanik zamini (predposilki) ayniqsa aqqol ko`rinadi. Gazlar qonunlarini tushuntirishda Maksvell taklif qilgan qattiq elastik sharchalarining modeli Nyuton mexanikasi qonunlari asosida ishlaydi. Bu qonunlarni atom va molekulalarga tadbiq etish mumkinligiga Maksvell hech ham shubhalanmaydi. Lekin uni atomli-molekulyar dunyosidagi ajoyib fakt lol qoldirardi, u ham bo`lsa atom va molekulalar xususiyatlaridagi qat`iy tartibligi. "Molekulalar bir xil va yagona nusha bo`yicha shunday katta aniqlikda tashkil topganlarki, ulardan tarkib topgan jismlar xossalarida biz ularni payqab ololmaymiz" deb yozadi Maksvell. Birinchidan, har bir molekulaning massasi va uning boshqa xossalari mutlaqo o`zgarmasdir. Ikkinchidan, bir xil turdagi barcha molekulalarning xossalari mutlaqo o`xshashdir".

Spektral tahlil kashf qilinishi atom va molekulalar xususiyatlarining o`ta tartibligini tasdiqladi. "Spektroskop yordamida turfa xil yorug`liklarining to`lqin uzunliklarini o`zaro o`n mingdan bir ulushigacha taqqoslash mumkin. Shunday yo`l bilan laboratoriyalarimizdagi vodorodning ixtiyoriy namunalari tebranishning yagona davri qatoriga egalar, balki quyosh va qo`zg`almas yulduzlardan nurlantirilayotgan yorug`lik ham xuddi shunday davriy qatorlarga egadirlar. Shunday qilib, bizdagi vodorodning tabiatiga ega molekulalar uzoq fazoda ham mavjud ekanligiga ishonch hosil qildiq... Vodorodning molekulasi... u xoh Siriusda bo`lsin, xoh Arkturda, o`zining tebranishlarini juda katta aniqlikda xuddi o`sha paytda bajaraveradi. Binobarin, Koinotdagi har bir molekula Parij zahirasidagi metr yoki qarnoq budxonasidagi ma`budning qo`shaloq qirol qulochidek aniq o`lcham va sonli muhrlariga egadir" deb yozadi Maksvell.

Maksvellning aql-idroki bu sirli, u davrida hech qaysi ma`lum bo`lgan tabiiy sabablar bilan tushuntirib bo`lmaydigan molekulalar xususiyatlarining aniqligi jumbog`i oldida, ulardagi xossalarining o`ta barqarorligi oldida lol qoladi. U ushbu barqarorlikni sayyoralar orbitalari barqarorligi bilan taqqoslaydi va "astronomik va yerdagi bu narsalarning ilmiy ahamiyati molekulyar tizimini tashkil etayotgan fundamental qiymatlaridan ancha past darajadadir" deb ta`kidlaydi. "Bilishimizcha, tabiiy jarayonlar nafaqat Yerning, balki butun quyosh tizimining o`lchami va

tartibini o`zgartirishlari va oxir-oqibat yemirib tashlashlari mumkin. Lekin, agarda bunday ofatlar sodir etilib o`tgan bo`lsa yoki yana takror sodir etilishi mumkin bo`lsa, agar nurab qolgan tizimlar yemirilib, ularning xarobalari ustida yangi tizimlar paydo bo`lishi mumkin bo`lsa, ularni tashkil qilgan molekulalar esa yemirilmas va o`zgarmasdirlar - ular material Koinotning negizi, asosidirlar" deb yozadi Maksvell. Maksvell, molekulalarning bunday aniqligi va o`zgarmasligi, Jon Gershel iborasi bilan aytiladigan bo`lsa, "fabrikada chiqarilgan maxsulotlarining xarakterli belgilariga ega", "ular o`z-o`zidan paydo bo`lishi va abadiy yashashi haqidagi fikrni chipakka chiqaradi", ya`ni, atom va molekulalar Xudo tomonidan "yaratilgan" bo`lishi lozim deb hisoblaydi. Shunday qilib, Maksvell bo`yicha biz "u tomonga fan olg`a harakatlanaolmaydi"gan nuqtaga yetib kelgan edik.

Biroq fan olg`a siljidi. Maksvellni to`xtatgan va yordamga xudoni marhamat qilgan narsa, klassik fizika nuqtai nazaridan butkul tushuntirib bo`lmaydigan narsa Borning e`tiborini o`ziga qaratdi. U ushbu "sonlar va o`lchamlar" aniqligidan ularda o`zgarmas va yemirilmas kattalik, ya`ni, Plank doimiysi hukm surgan kvant qonunlarining aniqligini kashf qildi. Bor Nobel mukofotini olishdagi o`zining nutqida Maksvell kabi sayyoralar harakatini boshqarib turgan qonunlarni vodorod atomida hukm surgan qonunlari bilan taqqoslaydi. Biroq Maksvellning ulug`ligi shundaki, u jumboq klassik fizika usullari bilan yechib bo`lmasligini tushunib yetganligidadir.

Issiqlik fizikasi va atomistikaning keyingi taraqqiyoti

Termodinamika va gazlarning kinetik nazariyasi dunyoqarashning tub masalalarini qamrab olgan edi. Tabiat kuchlarining yagonaligi, tabiiy jarayonlarining yo`nalganligi, "olam asoslari"ning barqarorligi - barcha bu masalalar yangi nazariya va taassurotlardan turli ko`rinishda namoyon bo`lardi. O`tib bo`lmas to`siqlar bilan alohida sohalarga chegaralangan olam konsepsiyasi vayron bo`layotgandi. Ushbu konsepsiyaning so`nggi ustunlaridan biri - suyuq ham, qattiq ham holatlarga o`taolmaydigan, binobarin, suyuqliklarning bug`laridan tubdan farq qiladigan mukammal, "o`zgarmas" gazlar haqidagi taassurot edi.

Gazlarni suyuqlashtirishga doir masalani ko`rib chiqayotganda "Bug` bilan gaz orasida farq bormi" deb savol qo`ygandi A.G.Stoletov o`zining "Gazlar haqida bilimlarimizning rivojlnishi ocherki"da (1879). Stoletov bug`lar haqida ta`limotning tarixini, o`zining hulq-atvori bilan gazlardan farq qilmaydigan to`yinmagan bug`lar haqidagi tasavvurlar shakllanishini, Boyl-Mariott qonuniga bo`ysunmaydigan to`yingan bug`lar haqida, va nihoyat, gazlarni suyultirish tarixi haqida bayon etadi. Bu tarix 1822 yilda Kanyar de Latur (1777 - 1859) tomonidan o`tkazilgan tajribalaridan boshlanadi. Kavsharlangan naychalarda suyuqliklarni (suv, efir, alkogol) qizdiraturib, u turli suyuqliklar uchun turli bo`lgan qandaydir haroratlarda naychadagi modda bir jinsli quyuq bug` ko`rinishiga o`tishini payqaydi. Efir uchun bu holat 200°S da, spirt uchun taxminan 260°S da, suv uchun esa, taxminan 360°S dagi haroratlarida sodir etilardi. Shunday qilib, muhandis-geograf, keyinchalik esa ichki ishlar vazirligi amaldori Kanyar de Latur XIX asrning birinchi choragidayoq ma`lum sharoitlarda suyuqlik bilan uning gazi

orasida chegara yo`qolishini kashf qiladi.

Bir yildan so`ng Devining yosh assistenti M.Faradey suyuq xlorni qo`lga kiritadi, undan so`ng esa, gaz bilan to`ldirilgan egri shisha naychaning bir uchini qizdirib, ikkinchi uchini sovutib, to`qqizta gazlarni, 1844-1945 yillarda esa, yana oltitasini suyuqlikga aylantirdi. Bunda Faradey Kanyar de Latur tajribalaridan juda muhim bo`lgan xulosa chiqaradi, unga ko`ra shunday harorat mavjudki, ushbu haroratda "bosimni oshirishdan, balkim, agar u o`ta kuchli bo`lmasa, gazni suyuqlikga aylantirib yuborish mumkin emas".

1861 yilda bunday harorat mavjudligi D.I.Mendeleev tomonidan kashf qilingan edi. Ushbu haroratni u qaynashning absolyut harorati deb nomladi. "Bunday haroratning asl mohiyati yaqqol namoyon bo`lishi uchun shunga e`tibor qilish lozimki, suyuq holat gazlar va bug`larda mavjud bo`lmagan zarralarning biri biriga tortishib turishi bilan tasniflanadi. Suyuqliklarning yopishoqligi kapillyar hodisalarda namoyon bo`ladi... va ma`lum diametrga ega kapillyar naychada ko`tarilish balandligiga suyuqlikning zichligi ko`paytmasi yopishoqlining o`lchov birligi sifatida hizmat qilaoladi... Suyuqliklarning yopishoqligi qizdirilganda kamayadi, shuning uchun kapillyardagi balandliklar ham kamayadi. Tajribalar shuni ko`rsatadiki, kamayish haroratga deyarli proporsionaldir, shuning uchun kapillyarlik kuzatuvlardan ma`lum bo`lishicha, qandaydir yuqori haroratda yopishoqlik nolga aylanishi mumkin. Agar suyuqlikda zarralar yopishoqligi yo`qolsa u gazga aylanadi, chunki bu ikkala holat orasida yopishoqlikdan boshqa tubdan farq qiluvchi narsa yo`q. Uni yengib o`tayotgan suyuqlik bug`lanishida issiqlikni yutadi. Shuning uchun qaynashning absolyut haroratini men quyidagicha deb ta`rifladim (1861), u holda: a) suyuqlik bosim ko`tarilishiga qaramay suyuqlikga aylanmaydigan gazni beradi; b) yopishoqlik = 0; s) bug`lanishning yashirin issiqligi = 0" deb yozadi Mendeleev o`zining "Kimyo asoslari"ning birinchi bo`limida.

Kanyar de Latur kuzatuvlari, Faradey va Mendeleev xulosalari e`tiborsiz qoldi. "Endryus (Andrews, 1869) bunga boshqacharoq yondoshgan holda, aniqrog`i, gazlarning o`zidan kelib chiqqan holda aniqlik kiritgunga qadar bu tushunchalar keng yoyilmadi. U, karbonat angidrid gazi 31°S dan yuqoriroq haroratda hech qanday bosimda quyuqlashmasligi, pastroq haroratlarda esa suyultirilishi mumkinligini topdi. Ushbu haroratni u kritik harorat deb nomladi. Ravshanki, u qaynashning absolyut haroratiga aynan o`xshash" deb yozadi Mendeleev.

Tomas Endryus 1813 yil 19 dekabrida Belfastda tug`ildi. Kimyodan saboqlarini u Glazgodagi universitetida oldi. Universitetga kirgandan keyin u tez orada o`zining uyidagi xonaki laboratoriyasida ikkita kimyoviy ish bajardi. Kimyodan bilimlarini takomillashtirish maqsadida u Parijga boradi, u yerda Dyuma laboratoriyasida hamda tibbiyotni o`rganish maqsadida bir vaqtning o`zida gospitalda ham ishlaydi. Vataniga qaytgach, u o`qishini Dublindagi muqaddas Uchlik kollejida va Irlandiya tibbiyot maktabida davom ettiradi. 22 yoshida u Edinburgda tibbiyot doktori darajasini oladi, keyinchalik o`zining ona shahri Belfastdagi qirollik kollejida kimyo professori bo`lib oladi. 1845 yilda u kollejning

vitse-prezidenti lavozimini egallaydi va 1879 yilda iste`foga chiqqunga qadar shu lavozimida ishlab keladi. Endryus 1885 yil 26 noyabrida vafot etadi.

Endryusning "Moddaning gazsimon va suyuq holatlarining uzluksizligi haqida" deb nomlangan asos soluvchi maqolasi 1869 yil 17 iyunda Londondagi qirollik jamiyatida o`qildi va 1869 yildagi "Philosophical Transactions of the Royal Society"ning 159-chi bobida bosilib chiqdi. Endryus ushbu maqolani masala tarixidan, Kanÿr de Latur tajribalaridan, gazlarni 2790 atmosfera bosimigacha (1 atmosfera $9{,}8 \cdot 10^4$ Pa ga teng) ezishga muvaffaq bo`lgan Faradey, Renyo, Pulå, Naterer tadqiqotlaridan boshlaydi. U o`zining 1861 yildagi maqolasiga ishora qiladi, ushbu maqolada u kislorod, vodorod, azot, karbonat oksidi va azot oksidlarini katta bosimlarda ezib, bir vaqtning o`zida karbonat kislotasi bilan efir vannasida sovutish yo`li bilan suyuqlikga aylantirishga doir urinishlarini bayon qiladi. Tajribalar salbiy natijalar bilan tugagan edi. Undan so`ng u 1863 yilda "Kimyoviy fizika"da bosilib chiqqan Millerga yozgan xatidan parcha keltiradi: "Faqat bosim yordamida karbonat angidridini qisman suyuqlashtirishga doir tajribada sekin-astalik bilan haroratni Farengeyt bo`yicha 88° gacha (31,1°S) ko`tarishda suyuqlik va gazni ajratib turuvchi sath keskinligi kamaya boradi, u o`zining egriligini yo`qotadi, va niqoyat, butkul yo`qoladi. Bu paytda fazo bir jinsli oquvchi modda bilan to`lgan bo`ladi, agar shu vaqtda to`satdan bosim kamaytirilsa yoki harorat biroz kamaysa butun massa bo`ylab harakatga keluvchi yoki to`lqinlanuvchi tasmalarning o`ziga xos hodisasi namoyon bo`ladi. Harorat 88° dan yuqori bo`lgan taqdirda, xatto 300 yoki 400 atmosfera bosim bilan ta`sir etilgandayam, karbonat angidridni suyuqlashtirib ham, yoki biri biridan farqlanuvchi moddaning shakliga ham kiritib bo`lmaydi. Azot oksidi shunga o`xshash natijalarni berdi".

1869 yildagi maqolasida Endryus tadqiqotlarida qo`llanilgan apparatura haqida batafsil bayon qiladi. Karbonat angidrid gazining haroratini 13 dan 48°S gacha o`zgartiradi va 31,1°S da o`ziga xos sinishlarga ega gazning suyuqlashishini ko`rsatuvchi va gaz butkul suqlikga aylangan taqdirda egri chiziqning abssissa o`qiga parallel to`g`ri chiziqqa aylanuvchi izotermalarni qo`lga kiritadi. U kritik harorat deb nomlagan haroratdan atigi 0,2° ga yuqori, ya`ni, 31,1° S da gazni ikki qismga ajralishi kuzatilmagan va "eng batafsil o`tkazilgan tadqiqot naycha ichidagi karbonat angidridining hech qanday birjinsliligini ko`rsatishga qodir emas".

Harorat ko`tarilib borilganda izotermalar "mukammal gazning hajm o`zgarishini ko`rsatuvchi" izotermaga uzluksiz holda yaqinlashib boradi. Bosim va haroratni o`zgartira borib, Endryus moddaning "barcha uni gazsimon deb e`tirof etgan holatdan xuddi shunday holda suyuq deb tan olinadigan holatga..." uzluksiz o`tishiga erishgan. "Ish gazdan boshlanadi va hech yerda hajmning keskin o`zgarishisiz yoki to`satdan issiqlikning ortishi kuzatilmay sekin-astalik bilan kechuvchi bir qator o`zgarishlar orqali suyuqlik bilan tugaydi". Endryus kritik holatdagi karbonat angidrid bilan nima yuz beradi degan muhim savolni qo`yadi: "U gazsimon holatda qolishini davom etayapdimi, yoki u suyuqlikga aylandimi, yoki biz materiyaning yangi holati bilan ish ko`rayapmizmi?". Endryus bu savolga javobni "moddaning gazsimon va suyuq holatlariga yaqin ichki munosabatlari

orasida topish lozim" deb hisoblaydi. Suyuqlik va gaz aynan bitta moddaning turli shakllari bo`lib, u shakldan bu shaklga uzluksiz o`zgarishlar orqali o`tish mumkin. Shu yerdan kritik holat tabiati haqidagi uzoq davom etgan munozaralar boshlanib ketadi. Endryus, bu holatdagi moddani suyuqlik yoki gaz deb nomlash har bir kishining tabiatiga bog`liqdir, deb hisoblaydi. Eng muhimi, bu holat - alohida ajralib turuvchi o`tish holatidir.

Endryus tajribalar o`tkazish texnikasi haqida biroz gap yuritaylik. Gazning ezilishi vint orqali amalga oshirilgan, bunda bosim $4 \cdot 10^7$ Pa gacha yetgan. Endryus yuqori kritik haroratga ega gazlar bilan ish ko`rgan va past haroratlarni qo`lga kiritish muammosi uning oldida ko`ndalang bo`lmagan. U o`tkazgan tadqiqotlarining asosiy maqsadi gazlarni quyuqlashtirish muammosidan iborat bo`lmagan, balki bug` bilan gaz orasida keskin farq yo`qligini isbotlash, gazdan suyuqlikga uzluksiz o`tish mumkinligini isbotlashdan iborat bo`lgan.

Suyuq va gazsimon holatlarining uzluksizligi nazariy jihatdan 1873 yilda bosilib chiqqan Van-der-Vaals (1837 - 1923) dissertasiyasida tadqiq qilingandi. Ushbu dissertasiyaning ikkinchi nashri 1899 yilda "Gazsimon va suyuq holatlarning uzluksizligi" monografiyaning birinchi qismini tashkil etgan holda bosilib chiqdi. Binar qorishmalarga bag`ishlangan ushbu monografiyaning ikkinchi qismi 1900 yilda bosilib chiqdi. 1910 yilda "gaz va suyuqliklar holatlari tenglamasiga doir ishlari uchun" Van-der-Vaals fizikadan Nobel mukofotiga sazovor bo`ladi. 1837 yildagi dissertasiyasining so`zboshisida Van-der-Vaals ""Gazsimon va suyuq holatlarning uzluksizligi" nomi mos kelsa kerak, chunki mushohadalarga asos qilib bir agregat holatdan uzluksiz tarzda ikkinchisiga erishmoq mumkinligi; geometrik til aytiladigan bo`lsa, izotermalarning ikkala qismi, xatto bu ikkala qism amalda oshirib bo`lmaydigan qism bilan bog`langan bo`lsada, bitta egri chiziqqa taalluqlidir" deb yozgan edi. "Qat`iy aytiladigan bo`lsa, men yanada ko`prog`ini, ya`ni, ikkala agregat holatlarning aynanligini isbotlamoqchiman" deb davom ettiradi Van-der-Vaalñ. Van-der-Vaalñ, gaz bilan suyuqlik orasida sifatiy emas, balki faqatgina zichliklaridagi kattami, kichikmi, miqdoriy farq mavjuddir, deb hisoblaydi. Van-der-Vaalñ tenglamasi va uning izotermalari fizikaning barcha darsliklariga kiritilgan.

Endryusning ishi keng ommalashib ketdi va kritik holat ko`pgina mamlakatlardagi fiziklarining tadqiqot o`tkazish sohasiga aylandi. Kritik holatning rivojlanishiga rus fiziklar A.G.Stoletov (1839 - 1896), B.B.Golitsin (1862 - 1916), M.P.Avenarius (1835 - 1895) lar salmoqli xissalarini ko`shdilar. A.G.Stoletov 1882, 1892, 1893,1894 yillardagi bir qator maqolalarida kritik holatga taalluqli masalalarni ko`rib chiqadi va tushuntirib beradi, ayrim ta`kidlarga tanqidiy baho bildiradi. U mavzuga doir Endryus va Van-der-Vaals ishlaridan boshlab ko`pgina adabiyotni o`rganib chiqadi. U, Endryusning g`oyasi nazariy jihatdan Van-der-Vaalñ, Klauzius va Maksvell tomonlaridan, eksperimental tomondan esa "eng avvalo M.P.Avenarius va uning shog`irdlari (Zayonchevskiy, Nadejdin, Straus) tomonidan" qayta ishlab chiqqanini qayd etadi. Lensning shog`irdi M.P.Avenarius o`stozining an`analarini davom ettirib, 70-chi yillarda Kiyev universitetida fizik laboratoriyani tashkil etadi. Avenarius laboratoriyasida, umuman olganda, Rossiyada ilk bor fizik praktikum qo`yilgan va talabalar tomonidan ilmiy

tadqiqotlar olib borilardi. Garchi, Avenarius aytganidek, "laboratoriya binosi mumkin bo`lmagan darajada kichik" bo`lsada, bu yerda Avenarius rahbarligi ostida kritik holat fizikasiga doir ajoyib ishlar qo`yilgandi. Turli moddalarning kritik doimiylarini aniqlashga doir Avenarius va uning shog`irdlari qo`lga kiritgan tadqiqotlarining natijalari dunyo bo`yicha tanilgan ma`lumotlar adabiyotlaridan joy olgan.

Kritik holat haqidagi masala gazlarni quyuqlashtirish muammosi bilan chambarchas bog`liq. Gaz, agar u kritik haroratdan past bo`lgan darajagacha sovutilmagan bo`lsa, uni hech qanday bosim bilan suyuqlikga aylantirib bo`lmaydi. Gazlarni suyultirishning turli usullari mavjud. Adiabatik usul adiabatik kengayishda gaz sovutilishiga asoslangan. Bu usulda Kalyete 1871 yilning dekabrida kislorodni suyuqlikga aylantirdi. Naychadagi 3000 atmosfera bosimigacha ezilgan va maxsus qorishma yordamida –29°S gacha sovutilgan kislorod to`satdan kengaytirilgan, bosim 1 atmosferagacha tushgan, harorat esa –200°S gacha tushgan.

Shveytsariyalik fizik Raul Pikte (1846 - 1929) Kalyete bilan deyarli bir vaqtda kislorodni suyultirishga muvaffaq bo`ldi, u kislorodni Kalåte kabi tuman ko`rinishida emas, balki suyuqlik ko`rinishida olishga erishdi. Pikte ketma-ket yoki kaskadli sovutishdan foydalangandi.

Nemis fizigi Karl Linde (1842 - 1934) olimlar tomonidan 1852 yilda kashf qilingan drossel effekti yoki Joul - Tomson effektidan foydalangan holda soatiga bir necha litr suyuq havoni yetkazib beruvchi mashinani qurishga muvaffaq bo`ldi. Bu tamoyil Dþarga 1898 yili vodorodni suyultirishga imkon berdi, o`z vaqtida Pikte, Vroblevskiy, Olshevskiy (1846 - 1915) lar buning uddasidan chiqaolmagan edilar. So`ngilari bir necha soniyaga vodoroddan tashkil topgan tumanni kuzataolganlar, lekin suyuqlikning salmoqli ulushini qo`lga kirita olmagan edilar. Vroblevskiy (1845 - 1888) vodorodni suyultirishga doir tajribani o`tkazayotganda portlashdan haloq bo`ldi.

Geliyni suyuqlikga aylantirish yanada qiyin kechdi - X.Kamerling-Onnes (1853 - 1926) geliyni vodorod suyultirilgandan o`n yil o`tgandan so`nggina amalga oshiraoldi. Suyuq geliyning birinchi salmoqli ulushini u 1908 yil 10 iyulda qo`lga kiritishga muvaffaq bo`ldi. Geliyda inversiya harorati o`ta past bo`lib, –240° S ni tashkil etadi, drosselli sovutish esa inversiya haroratidan quyiroq haroratlarda boshlanadi. Shuning uchun geliy dastavval suyuq vodorod bilan sovutish lozim bo`ladi, undan so`ng esa, drosseldan o`tkaziladi. Ushbu usul ancha murakkab va samarasi kam bo`lib, uzoq vaqt davomida faqatgina Kamerling-Onnesning Leyden laboratoriyasi suyuq geliyni ishlab chiqarardi. XX asrning 30-chi yillarida yangi samarali o`rnatmalar, xususan, P.L.Kapitsaning mashhur turbodetanderi, paydo bo`ldi.

Endi nazariy muvaffaqiyatlarga o`taylik. Bu yerda eng avvalo termodinamikaning intensiv rivojlanishini ko`rsatib o`tish lozim, u issiqlikning mexanik nazariyasidan nafaqat mexanik va issiqlik, balki fizika va kimyoning boshqa sohalariga ham tadbiq etilishi mumkin bo`lgan qudratli nazariy fanga aylandi. Termodinamika, u tuzilishi va holatidan qat`iy nazar ixtiyoriy muayyan fizik sistemaga tadbiq etish usullari va tushunchalari umumiyligi bilan qudratlidir.

Masalan, Karno o`ziyoq issiqlik mshinalar tadqiq etishda sikllar usulini kashf qiladi va muvaffaqiyatli qo`llaydi hamda mashinaning konkret tuzilishidan qat`iy nazar natijasi o`zgarmaydigan natijani qo`lga kiritadi. Sikllar usuli Klauziusga deyarli umumiy bo`lgan termodinamikaning natijalarini olishga imkon berdi.

Termodinamikaning keyingi taraqqiyotida sikllar usulidan keng foydalanildi, u yoki bu fizikaviy yoki kimyoviy jarayon haqida pishiq-puhta bo`lgan xulosalarni qo`lga kiritishga imkon beruvchi turli usullar kashf qilinib borildi. Sikllar usuli bilan bir qatorda termodinamik funksiyalar usuli, ya`ni, analitik usul ham rivojlanib bordi. Termodinamik funksiyalar sistemaning holat funksiyalari bo`lib, ular shunday xususiyatga egadirlarki, sistemaning bir holatidan ikkinchisiga o`tishda ularning o`zgarishi o`tish yo`liga bog`liq bo`lmaydi va ushbu funksiyalarining differensiali to`liq differensialdir. Shunday funksiyalaridan biri - mexanikadagi potensial energiyadir. Biroq, energiya saqlanish qonuni o`rnatilishidan oldin peterburglik akademik German Ivanovich Gess (1802 - 1850) kimyoviy reaksiyalarda ajralib chiqadigan issiqlikni o`rganaturib, "birikish qaysi yo`l bilan - u bevosita amalga oshdimi yoki bilvosita, ketma-ket o`tgan bir necha reaksiyalardn keyinmi, bunda ajralib chiqadigan issiqlik energiya miqdori har doim o`zgarmas bo`lib qolishini" topadi. Bu tamoyilni Gess 1836 yildayoq topgan edi. U keyinchalik uni tajriba orqali asoslab berdi va 1840 yilda quyidagi hol ko`rinishida shakllantirib berdi: "Biror-bir kimyoviy birikma paydo bo`lar ekan, bu birikma bevosita yoki bilvosita yo`l bilan paydo bo`lishidan qat`iy nazar, u paydo bo`lishida bir xil miqdorda energiya ajralib chiqadi".

Agar holat funksiyasi, ya`ni entalpiyani yoki issiqlik funksiyasini kiritsak, Gessning ushbu termokimyoviy qonuni analitik tarzda ifodalanishi mumkin. Issiqlik funksiyasi holat funksiyasi emas, fizikaviy jarayonda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori jarayon xarakteriga bog`liq bo`ladi. Biroq kimyoviy reaksiya o`zgarmas bosim sharoitida kuzatiladi va bu holda, haqiqatdan ham, issiqlik miqdori o`tish xarakteriga bog`liq bo`lmaydi va entalpiya qiymatlari ayirmalari bilan ifodalanadi.

Lekin entalpiya termodinamikaga 1840 yildan ancha keyin kiritilgan edi. Termodinamik funksiyalar, ya`ni, ichki energiya va entropiya Klauzius tomonidan kiritilgan edi. 1869 yili Massye (1832 - 1896) ushbu funksiyalarga yana ikkita yangisini qo`shadi va ularni xarakteristik funksiyalar deb nomlaydi. Agar ichki energiyani U orqali, entropiyani S orqali, absolyut haroratni T orqali, hajmni V orqali, bosimni esa, p orqali ifodalasak, unda Massye funksiyasi quyidagi ko`rinishga ega bo`ladi:

$$\frac{-U+TS}{T} \text{ va } \frac{-U+TS-pV}{T}.$$

Massye ko`rsatishicha, bunday ko`rinishdagi funksiyadan suyuqliklarning termodinamik xossalari chiqarilishi mumkin ekan. Keyingi qadam amerikali fizik Gibbs tomonidan qilindi.

Djozayya Vilard Gibbs Iyel universiteti professori oilasida 1839 yil 11 fevralda, Konnektikut shtatining Nyu-Gevenida tug`ildi. 1866 yilda u uch yilga Yevropaga ketadi, Parijda bo`ladi, Berlinda Magnus qo`lida, Geydelbergda Kirxgof va Gelmgols qo`llarida tahsil oladi va 1869 yilda Nyu-Gevenga qaytib

keladi, bu yerda u 1871 yili Iyel universitetining matematik fizika professori unvonini oladi. Gibbsning doktorlik dissertasiyasidan boshlab, dastlabki ishlari texnik mexanikaga bag`ishlangan edi. Professor bo`lib olgandan so`ng u mexanikadan, to`lqinli optikadan, vektor tahlil, elektr va magnetizm nazariyasidan ma`ruzalar o`qiydi. 1873 yilda uning "Suyuqliklarning termodinamikasida grafik usullar" va "Sirtlar yordamida moddalarning termodinamik xossalarini geometrik tasavvur qilish usuli" deb nomlangan ilk bor termodinamikaga doir ishlari paydo bo`ladi.

Ushbu ishlarining birinchisida Gibbs ilk bor Klapeyron tomonidan Karnoning sikllar nazariyasida qo`llanilgan grafik usulni rivojlantiradi. Klapeyron sikl jarayonlarini hajm - bosim o`qlar sistemasi ko`rinishida taqdim etgan. Gibbs diagrammalarga o`zgaruvchilarni: entropiya va harorat, entropiya va hajm hamda hajm, harorat, bosimlarining logarifmalarini kiritdi. Entropiya - harorat sistemasida Karno sikli, Gibbs qayd etganidek, "tomonlari koordinata o`qlariga parallel bo`lgan o`ta sodda shakl - to`rtburchak bilan" tasvirlangan. Grafik usulni termodinamikaga tadbiq etilishini Maksvell juda yuqori baholagan va "biz yassi diagrammalar yordamida termodinamik munosabatlarni tasavvur etishda turli usullarni batafsil tadqiq qilishda Gibbsdan minnatdormiz bo`lishimiz lozim" deb ta`kidlagan. Maksvell Gibbsning ikkinchi ishi bilan ayniqsa fahrlangan, unda Gibbs "o`ta samarali usulni, ya`ni, ixtiyoriy moddaning xossalarini sirtlar yordamida tadqiq qilishni taklif qilgandi". Gibbs tomonidan termodinamik sirt deb nomlangan ushbu narsani u sirtni turli nuqtalarining to`g`ri burchakli koordinatalari jismning turli holatlaridagi hajm, entropiya va energiyasiga teng o`qlar sistemasida qurgan. Maksvel o`z qo`li bilan suvning termodinamik sirtini gipsdan yasagan va Gibbsga yuborgan.

Qayd etib o`tish lozimki, Gibbs va Van-der-Vaals bo`yicha suvning termodinamik sirti yosh rus fizik D.A.Goldgammer nomzodlik dissertasiyasining mavzusiga aylandi, ushbu ish 1882 yilda tugatilgan. U Moskva universitetining "Ilmiy xatlar"ida 1885 yili bosilib chiqdi.

Xuddi shu ishida Gibbs $U - TS + pV$ (Gibbsda $\varepsilon - T\eta + pV$) funksiyani minimal qiymati ko`rinishidagi termodinamik sistemaning barqaror muvozanatlanish shartini shakllantirib beradi, hozirda biz uni Gibbsning termodinamik potensiali deb ataymiz. 1875 - 1878 yillarda nashr etilgan "Geterogen sistemalarning muvozanati haqida" deb nomlangan kattagina ishida Gibbs termodinamik funksiyalar usulini keng qo`llab rivojlantirdi. Energiya va entropiya kabi funksiyalar ixtiyoriy termodinamik sistemani boshqaruvchi qonunlarini tushunishini ancha osonlashtirishini ko`rsatib, Gibbs "energiya va entropiyaning turli qiymatlari, umuman olganda, sistema u holatdan bu holatga o`tishda hosil qiladigan harakatlaridagi muhimlarini tasniflaydi" deb qayd etadi. Keyinroq u sistemaning mexanik ishni bajarishi mumkin bo`lgan qobiliyatini ifodalovchi funksiya "muvozanat nazariyasida yetakchi rolni o`ynaydi" deb yozadi. Aynan shu yerda Gibbs entropiya (uni u η deb belgilaydi) va energiya (uni u ε deb belgilaydi) kabi holat funksiyalarni kombinasiyalaydi va

$$\psi = \varepsilon - t\eta$$

(zamonaviy belgilanishda $F = U - TS$),

$$\chi = \varepsilon + pV$$

(zamonaviy belgilanishda $H = U + pV$),

$$\zeta = \varepsilon - t\eta + pV$$

(zamonaviy belgilanishda $\Phi = U - TS + pV$) funksiyalarni kiritadi.

Ushbu funksiyalarning birinchisini 1882 yilda Gelmgols qayta kashf qiladi, uni "erkin energiya" deb nomlaydi va uning yordamida Galvanik elementning termodinamik nazariyasini yaratadi.

Ikkinchi funksiya entalpiya yoki issiqlik funksiyasi nomini oldi. Uning yordamida Joul - Tomson jarayoni bayon etiladi. So`nggi funksiya Gibbsning termodinamik potensiali deb nomlanadi.

O`zining tadqiqotida Gibbs ixtiyoriy sondagi komponenta va fazalardan tashkil topgan gomogen va geterogen sistemalarning shartlarini shakllantirib berdi. "Faza" deb nomlanuvchi termin Gibbs tomonidan kiritilgan, ushbu so`z ostida u holat va tarkibi bilan tasniflanuvchi jismlani tushunadi, bunda "biz faqat miqdor va shakl bilan farqlanuvchi barcha jismlarni bitta fazaning turli namunalari deb hisoblaymiz".

Geterogen sistemaning muvozanat shartlarini ko`rib chiqar ekan, Gibbs fazalar qoidasini topadi, unga ko`ra r ta faza va n ta bog`lanmagan komponentadan tashkil topgan sistema "$n + 2 - r$ fazalarning o`lchamlariga ega", yoki, hozirgi til bilan aytiladigan bo`lsa, $f = n + 2 - r$ ta erkinlik darajalariga ega.

O`zining klassik tadqiqotini tugatishi bilan, tez orada, ya`ni, 1879 yilning bahorida Gibbs AqShning Milliy Akademiyasiga a`zo etib saylanadi, 1880 yilda esa, Bostondagi Amerikalik fan va sanàt Akademiyasi a`zosi bo`ladi. Boston Akademiyasiga minnatdorchilik izhor etgan xatida Gibbs gap orasida ""Geterogen sistemalarning muvozanati" deb nomlangan ishimning yetakchi g`oyasi termodinamik muvozanat nazariyasida energiya va entropiyaning rolini ajratib berish edi. Ularning yordamida muvozanatning umumiy holatini osongina ifodalash mumkin, uni turli tasodiflarga tadbiq etilishi esa ushbu tasodiflarni tasniflovchi maxsus shartlarga olib keladi" deb yozadi.

Termodinamik ishlari e`lon qilingandan so`ng Gibbsning ilmiy shuhrati tezda yuksaldi. U ko`pgina chet el akademiyalar va ilmiy jamiyatlarga a`zo etib saylanadi, ilmiy mukofotlarni oladi. 1902 yilda Gibbsning "Statistik mexanika asoslari" fundamental ishi bosilib chiqdi. Gibbs 1903 yil 28 aprelda vafot etdi.

Gibbsdan so`ng termodinamika nafaqat issiqlikning mexanik nazariyasi bo`libgina qolmay, u barcha fizikaviy va kimyoviy jrayonlarga tadbiq etilishi mumkin bo`lgan ancha umumiy nazariy tizimga aylandi. 1882 yilda erkin energiyani Galvanik element nazariyasiga tadbiq etgan Gelmgols "Kimyoviy jarayonlar termodinamikasiga doir" maqolasida yozgan edi: "Sodda moddalarning ixtiyoriy sonidan tashkil topgan yoki aralashgan jismlar sistemasidagi molekulyar va kimyoviy jarayonlarining termodinamik sharoitlarini eng batafsil va umumiy usul bilan janob D.V.Gibbs tomonidan analitik tarzda rivojlantirilgandi".

M.Plank 1888 yili Gibbs usulini suyultirilgan eritmalar nazariyasiga tadbiq etdi. Nyu-Yorkdagi Kolumbiya universitetida 1909 yili 24 aprelda nazariy fizikadan ma`ruza o`qir ekan, u "Bu ibora (entropiya ortib borish tamoyili) barcha fizikaviy va kimyoviy munosabatlarni naqadar chuqur qamrab olgan, lekin buni

barchadan a`lo va to`liq darajada nafaqat Amerika, balki butun dunyoning eng mashhur nazariyotchilaridan biri bo`lib qolgan Jon Vilard Gibbs tomonidan ko`rsatib o`tilgan" deb aytgandi.

Termodinamika tamoyillarining, ayniksa ikkinchi asosining bunchalik keng qamrovligi fizik-nazariyotchilarni termodinamikaning bu qudrati sabablarini axtarishga majbur etardi. Natijada fanda ikki yo`nalish: fenomenologik va atomistik yo`nalishlar paydo bo`ldi. Fenomenologik yo`nalish fizikaviy jarayonlarining tub sabablarini axtarish shart emas deb hisoblar, u tabiatni o`rganish masalalarini tajribada topilgan tamoyillar doirasida chegaralab qo`yardi. Termodinamikaning muvaffaqiyatlari fanda energetik yo`nalish paydo bo`lishiga olib keldi. Energetiklar Gelm, Ostvald va boshqalar fandagi asosiy tushunchasi bu energiya, "materiya", "kuch" kabi tushunchalarni esa, hosil bo`lgan, va xatto ortiqcha deb hisoblardilar.

Atom va molekulalar haqidagi tasavvurlarga kelsak, energetiklar, shu jumladan, fenomenologik yo`nalishning mashhur namoyondalaridan biri bo`lgan venalik fizik Ernst Max ham, bu tasavvurlarni sof uydirma deb hisoblardilar. Ular molekulyar-kinetik nazariya yordamida termodinamik tushuncha va qonunlarni ochishni fanga zid mashg`ulot deb hisoblaganlar.

Ammo Klauzius, Maksvell, keyinchalik Bolsman kabi ko`zga tashlangan fan namoyondalari molekulyar-kinetik nazariyani muvaffaqiyatli rivojlantirib bordilar. Shu bilan birga mexanika qonunlari asosida sodir etiladigan molekulyar harakat g`oyasi termodinamikani mexanika qonunlari asosida asoslab berish fikrini yuzaga keltirgandi. Shu fikrni amalga oshirishga Klauzius, Gelmgols, Bolsman va boshqalar bor kuchlarini sarfladilar. Bu yerda avval boshidan ikkinchi asos va qaytmas jarayonlarni tushuntirib berishda qiyinchilik yuzaga keldi, chunki mexanika tenglamalari qaytmas tenglamalaridir. Ikkinchi asosni Gamiltonning variasion tamoyili yordamida izohlashga urinish sezilarli natijalarni keltirmadi. Lekin Bolsman fundamental natijani qo`lga kiritishga va statistik mexanikaga asos solishni uddasidan chiqaoldi.

Lyudvig Bolsman 1844 yilning 20 fevralida Vena shahrida tug`ildi. U Vena, Geydelberg va Berlin universitetlarida tahsil oldi. Talabalik davridayoq u Venada "Egri sirtlarda elektr harakati" (1865) va "Issiqlik nazariyasining ikkinchi asosini mexanik izohlanishi haqida" (1866) ishlarini e`lon qiladi. Ushbu ikkinchi ishi bilan Bolsmanning termodinamika bilan mexanika orasidagi bog`lanishga bag`ishlangan davomli ishlarining sikli boshlanadi. Ishlarining maqsadini u quyidagicha shakllantiradi: "Issiqlik nazariyasidagi ikkinchi asosining sof analitik bo`lgan, butkul umumiy ko`rinishidagi isbotini berish va unga mos keluvchi mexanikadagi tamoylni axtarish".

1867 yili Bolsman universitetni tugatadi va "Gaz molekulasidagi atomlar soni va gazning ichki ishi haqida" ishini nashr ettiradi. 1868 yili u "Harakatlanayotgan material nuqtalar tirik kuchlari muvozanatini tadqiqi" deb nomlangan katta ishini va boshqa maqolalarni nashr ettiradi. Bolsmanning ushbu ertangi ishlarida yirik nazariyotchi qobiliyati shunchalik yaqqol ko`rindiki, keyingi, 1869 yili yigirma besh yashar Bolsman Grasda fizika professori etib saylandi. qayd etib o`tish lozimki, Grasda Bolsman ilmiy tadqiqotlar hamda

talabalar praktikumiga yetarlicha barcha narsalar bilan jihozlangan ajoyib fizik laboratoriya tashkil etilgan eksperimental fizika kafedrasiga rahbarlik qildi. Bu yerda u kafedrani 1873 yilga qadar band etib turadi, undan so`ng u Venaga qaytib, matematika kafedrasini egallaydi. Bolsman Venada atigi uch ishladi va 1876 yili yana Grasga qaytadi, u yerda 1889 yilga qadar ishlaydi. Bu davrda u statistik fizikaga doir o`zining eng muhim ishlarini bajaradi. 1889 yildan 1894 yilgacha Bolsman Myunxenda professor, 1894 yildan 1900 yilgacha Bolsman yana Venada, u yerdan u ikki yilga (1900 - 19002) Leypsigga ketadi. 1902 yili Bolsman Venaga qaytadi, bu yerda u vafotiga qadar, ya`ni, 1906 yil 16 sentyabrgacha yashaydi.

Bolsmanning fizikaga qo`shgan fundamental hissasi statistik mexanika yaratilishi va ikkinchi asosning statistik asoslanishi bo`ldi. "Harakatlanayotgan material nuqtalar tirik kuchlari muvozanatini tadqiqi" deb nomlangan ertangi ishidayoq Bolsman "harakatlanayotgan bunday nuqtalar vaziyati va tezliklari extimol taqsimoti uchun umumiy teoremasini topish" masalasini qo`yadi. Potensial energiya $x$ koordinatasiga bog`liq va $f(x)$ ga teng bo`lgan kuchli maydonda joylashgan zarralar holi uchun Bolsman "$x$ bilan $x + dx$… oralig`ida joylashgan x extimoli $e^{hf(x)}$ ga proporsional" va tezlik c va $c + dc$ oraliqlarda joylashish extimolligi "har bir x uchun $e\frac{-hMc^2}{2}$ ga proporsional" ekanligini topadi.

Shunday qilib, Bolsman yigirma to`rt yasharligidayoq uning nomini olgan taqsimot qonunini topadi. Bolsman Maksvell ishiga tayangan holda gazni kuch maydonida ko`radi va uning taqsimot qonunini umumlashtiradi. Umumlashtiruvining davomini Bolsman "Gazning ko`patomli molekulalari issiqlik muvozanati haqida" ishida bajaradi. "Har bir molekula yagona material nuqta bo`lgan hol uchun Maksvell turli holatlarning extimolligini aniqlagan" deb yozadi Bolsman. Bolsman Maksvell qonunini quyidagi ko`rinishda yozadi:

$$4\sqrt{\frac{h^3}{\pi}}Ne^{-hc^2}c^2dc,$$

bu yerda N – hajm birligidagi molekulalar soni, c – molekulalar tezligi, h – haroratga bog`liq konstanta. "Ammo tabiatda uchraydigan molekulalar sodda material nuqtalar emasdir. Ravshanki, agar biz ularni qandaydir aniq kuchlar bilan tutib turuvchi bir necha material nuqtalar tizimi sifatida (atomlar deb ataylik) olib ko`rsak, haqiqatga yaqin bo`ladi. Unda vaqtning aniq bir momentida molekulaning holati bitta emas, balki ko`pgina o`zgaruvchilar tomonidan ifodalanadi" deb yozadi Bolsman. Maksvell 1875 yildagi "Jismlarning molekulyar tuzilishi dinamik isboti haqida" maqolasida Bolsman natijalariga qo`shiladi. U "1860 yilda men tomondan e`lon qilingan natijalar keyinchalik murakkab molekulalar harakatini o`rganishiga o`zining usulini qo`llagan doktor Lyudvig Bolsman tomonidan qat`iyroq tadqiq qilib chiqildi" deb yozadi. Issiqlik nazariyasidagi qiyinchiliklarga ishora qilib, Maksvell Bolsman teoremasi Dalton qonunini, gazning vertikal ustunida harorat tekislanishini tushuntirishga imkon beradi va "menimcha, tadqiqotning sof kimyoviy sohasiga yo`l ochib beradi" deb hisoblaydi.

Issiqlik sig`imining kinetik nazariyasiga doir Maksvellning tanqidiy izohlari ham Bolsmanning mushohadalariga yaqindir. Bolsman, nuqta deb hisoblangan

barcha atomlarining o`rtacha kinetik energiyasi bir xil bo`lib, $^3/_2\ h$ ga teng ekanligini ko`rsatadi. Bundan, ikki atomli molekulalardagi $c_p/c_V$ issiqlik sig`imi nisbatlari 1,33 ga teng bo`lishi lozim, tajriba esa, havo uchun 1.41 qiymatni beradi. Bolsman bu farq molekulalarning efir bilan o`zaro ta`sirlashuvi oqibatida kelib chiqadi deb hisoblaydi. Bu tushuntirish Maksvellga shubhali bo`lib tuyuladi.

1876 yilda Bolsman o`zining issiqlik sig`imi nazariyasiga aniqlik kiritadi. "Gaz molekulalari tabiati haqida" maqolasida u o`zining nazariyasi bilan tajriba orasidagi ziddiyatni ko`rsatadi va Maksvell hamda Uatson tomonidan teoremasining umumlashuviga ishora qiladi. Maksvell va Uatson molekulani sistema deb qilganlar, uning vaziyati molekulalar harakatiga bog`liq bo`lmagan m ta o`zgaruvchan kattaliklar orqali aniqlangan. Bu son *m* erkinlik darajalari soni deb nomlanadi. Bir atomli molekula uchun erkinlik darajasi soni 3 ga, issiqlik sig`imlarining nisbati $\frac{\lambda'}{\lambda} = 1\frac{2}{3}$ ga teng. Ikki atomli molekulalarning erkinlik darajasi soni beshga teng: "og`irlik markazining uchta koordinatasi va molekulani markaziy chizig`i yo`nalishini aniqlab beruvchi ikkita o`zgaruvchi kattalik". Shuning uchun ularda $\frac{\lambda'}{\lambda} = 1{,}4$. Agar molekulani oltita erkinlik darajasiga ega qattiq jism deb qabul qilsak, unda $\frac{\lambda'}{\lambda} = 1{,}33$.

Issiqlik sig`imi klassik nazariyasi asosida yotgan molekulaning erkinlik darajasi bo`ylab kinetik energiyaning tekis taqsimoti haqidagi Bolsman teoremasi uning qo`lga kiritgan muhim natijasidir. Ammo Bolsmanning gazlar kinetik nazariyasiga doir ko`p yillik olib borgan tadqiqotlarining eng muhim natijasi bu entropiya bilan extimollik orasidagi bog`lanishni kashf qilishi bo`ldi. Termodinamikaning ikkinchi asosini mexanik asoslab berilishini sabot bilan axtarishlari muvaffaqiyat keltirdi. Lekin bu asoslanish extimollik tushunchasini kiritishni talab etdi va statistik mexanikaning rivojlanish yo`llarida amalga oshirildi.

Sistemaning berilgan holatini ifodalab beruvchi entropiya bilan extimollik orasidagi bog`lanishni ifodalovchi "N - teorema"ni shakllantirish, rivojlantirish va himoya qilish Bolsmanning butun hayot yo`lini qamrab olgan ish bo`ldi. Uning 1866 yildagi o`smirlik ishidan boshlangan bu ish "Matematik ensiklopediya" uchun Nobl bilan hamkorlikda yozgan "Materiyaning kinetik nazariyasi" deb nomlanuvchi oxirgi maqolasigacha davom etdi. Maqola 1905 yilning oktyabr oyida tugatilgan va u bosilib chiqqan "Ensiklopediya" sonida "Lyudvig Bolsman hotirasiga" nomlanuvchi qisqa ma`lumot bilan ta`minlangan edi, ushbu ma`lumot quyidagi so`zlar bilan boshlangandi: "Ushbu sonida birinchi o`rinda materiyaning kinetik nazariyasi haqidagi Bolsmanning maqolasi joylashgandir, shu bilan birga bu uning so`nggi asaridir".

Bolsman o`zining teoremasini ilk bor shakllantirib bergan asosiy ish bu 1872 yildagi "Gaz molekulalarining issiqlik muvozanati tadqiqotlarining davomi" deb nomlanuvchi ishidir. Bunda Bolsman ochiq-oydin "issiqlikning mexanik nazariyasi muammolari statistik muammolardir" deb ta`kidlaydi. Bolsman taqsimot

funksiyasi *f* uchun asosiy tenglamani chiqaradi va logarifm *f* ga bog`liq shunday funksiya *E* mavjudligini, u har doim kamayib borishini va faqat statistik muvozanatga erishgandan so`nggina o`zgarmas bo`lib qolishini ko`rsatadi. Bu muvozanatli holda taqsimot funksiyasi Maksvellcha-Bolsmancha taqsimot bilan mos tushadi.

1877 yildagi "Issiqlikni mexanik nazariyasi ikkinchi asosi bilan extimollik hisoblanishi orasidagi bog`lanishga doir" maqolasida Bolsman o`zining statistik usulini batafsil rivojlantiradi. U maqolaning eng boshida termodinamikani ikkinchi asosi bilan extimollik hisoblanishi orasidagi bog`lanishi "men ko`rsatishimcha, u eng avvalo shundan ayon bo`ladiki, ikkinchi asosni analitik tarzda extimollik nazariyasidan olingan usullardan tashqari hech qaysi usul bilan isbotlab bo`lmaydi" deb ko`rsatadi.

Ushbu ishda gaz molekulasi energiyaning qandaydir eng kichik ulushi ε ga karrali bo`lgan diskret ulushlarni yo`qotishi yoki qabul qilib olishi mumkinligi gipotezasini Bolsman tomonidan kiritilishi tarixiy nuqtai nazaridan o`ta qiziqdir. "To`qnashishdan oldin ikkala to`qnashayotgan molekulalarining har biri 0 ga yoki $\varepsilon$ ga? yoki $2\varepsilon$ ga va xokazo ... $p\varepsilon$ ga teng tirik kuchga ega, va qandaydir sababga ko`ra to`qnashgandan keyin ham hech qaysi to`qnashayotgan molekula bu qatorda bo`lmagan tirik kuchni hech qachon qabul qilmaydi" deb yozadi Bolsman. Mana shunday tarzda Bolsman o`zining statistik mulohazalarini boshlaydi, ammo bu narsa hech qancha reallikga ega bo`lmagan xom hayol, va bu narsa faqatgina muammoning matematik izohlanishini osonlashtirgani uchun ham kiritildi, xolos, deb oldingan ogohlantiradi. Keyingi hisob-kitoblarda Bolsman gipotezani olib tashlaydi va $\varepsilon = 0$ chegaraviy qiymatni qabul qiladi.

Bolsman molekulalarning umumiy sonidan nechtasi 0, ε, 2ε, ... energiyaga ega bo`lishi taqsimoti qonunini aniqlashdek masalani yechishni maqsad qilib qo`yadi. U, kombinasiyalar soni muayyan holatning extimolligini aniqlab beradi deb faraz qilganda bunday holatlar taqsimotiga nechta kombinasiyalar mos kelishini hisob-kitob qiladi.

Agar Bolsman, Eynshteyn kvant va ideal gaz nazariyasi uchun qilganidek, gaz molekulalarini farqlanmaydigan deb hisoblagan holda energiyaning ulushi chegaraviy ekanligi taxminini saqlab qolganda, u Boze-Eynshteynlarning statistika formulasini qo`lga kiritgan bo`lardi. Biroq, Bolsman bunday qilmadi. U, bir xil energetik holatda bo`lgan molekulalar o`zaro farqlanmaydilar, deb hisoblagandi. Ammo, bitta energetik guruhdagi molekula boshqa energetik guruhdagi molekula bilan joy almashganda, garchi taqsimot o`zgarmasada, boshqa kompleksiya paydo bo`ladi. Muayyan holat amalga oshishi mumkin bo`lgan kompleksiya sonlari, Bolsman bo`yicha, ana shu holatning extimolligini beradi. Shunday qilib, Bolsmanga binoan, u

$$\frac{n!}{w_0!w_1!w_2!\ldots}$$

son bilan aniqlanadi, bu yerda n – molekulalarning umumiy soni, w_0 – energiyasi nolga teng molekulalarning soni (Bolsman avvalgi kvant gipotezasidan voz

kechgan holda energiyani 0 va ε oraliqda hisoblaydi), w_1 – energiyasi ε ga ega (ε va 2ε oralig`ida) molekulalar soni, va x.k. Bunda

$$n = w_0 + w_1 + w_2 + \dots$$

va umumiy energiya

$$L = \varepsilon w_1 + 2\varepsilon w_2 + 3\varepsilon w_3 + \dots .$$

Extimollik uchun ifodani logarifmalab va n hamda L o`zgarmasligi sharti bilan shu logarifmik funksiyaning maksimumini aniqlar ekan, Bolsman Maksvell-Bolsman taqsimotini topadi, shunday qilib, ushbu taqsimot eng extimolli bo`lib chiqadi. Tezliklarning eng extimol taqsimotini hisoblay turib, Bolsman taqsimot funksiyaning o`rtacha logarifmiga teng minus ishorali kattalik $\Omega$ ni kiritadi. Ushbu kattalikning maksimal qiymati, buni Bolsman "taqsimot o`lchovi" deb ataydi, molekulalarning soni va ularning umumiy kinetik energiyasi o`zgarmasligi sharti bajarilganda eng extimol taqsimotni aniqlab beradi.

Bolsman ilgari E va Ω orqali belgilagan kattalikni keyinchalik H deb belgilaydigan bo`lishdi va u entropiyaga proporsional bo`lib chiqdi. Entropiya ortib borish qonuni Bolsmanda sodda izohlanishga ega bo`ladi: "Sistema eng extimolli holatga intiladi". Ikkinchi asos tabiatning mutloq qonuni mavqesini yo`qotdi va statistik qonunga aylandi. Tabiatda entropiya kamayish yo`nalishi tomon sodir etiladigan jarayonlar o`tishi mumkin va bular, Bolsman fikricha, Koinotni issiqlik o`limidan halos etadi. Yalpi koinot uchun issiqlik o`limi mavjud emas.

Bolsmanning nuqtai nazari va xulosalari kuchli tanqidlarga uchragan. Shu bilan birga ular boshqa tadqiqotchilar, masalan, Maksvell, Lorens, Plank tomonidan qabul qilingan va rivojlantirilgan. Plank entropiya va extimollik orasidagi munosabatning sodda xulosasini va sodda hamda aniq ifodasini beradi. Plank belgilashlarida u quyidagicha shaklga ega:

$$S = k \ln W ,$$

bu yerda S – entropiya, W – extimollik, $k - {}^{\mathrm{R}}\!/_{\mathrm{N}}$ ga teng doimiy, uni Plank Bolsman sharafiga Bolsman doimiysi deb nomladi. Plank munosabatidan Bolsmanda uchragan noaniq additiv konstanta yo`qoldi va bu Nernstning issiqlik teoremasiga mos keladi. Plank tomonidan berilgan entropiya va extimollik orasidagi munosabat formulasi hozirda barcha qo`llanma va monografiyalarda Bolsman munosabati nomi ostida berilgan.

1912 yilda Parijda termodinamikaning statistik nazariyalariga doir ma`ruzalarni o`qir ekan, Lorens gazlar kinetik nazariyasidagi yutuqlar haqida gapirardi. U, fenomenologik bayoni tarafdorlari bilan atomistik yo`nalish tarafdorlari o`rtasida davom etgan ko`p yillik kurash natijalariga yakun yasagandek, "Endi ularning mavjudligiga shubha qilib bo`lmaydi, chunki "molekulalarning realligi" deyarli bevosita "kuzatiladigan" faktga aylandi; molekulalar biz uchun boshqa ko`pgina, bevosita ko`rinmaydigan narsalari kabi, ammo ularning mavjudligini biz aql-idrokimiz bilan xis qilamiz" deb ko`rsatib o`tar edi. Undan so`ng Lorens "Bu ajoyib natijalarga tayangan holda masalani ko`ndalang qo`yish mumkin: Karno - Klauzius qonunini molekulyar nazariyalar orqali topish mumkin emasmidi, bunda albatta, so`nggilarini so`zning keng

ma`nosida tushunishimiz lozim, chunki natijaning umumiyligi ma`lum ma`noda berilishining umumiyligiga mos kelishi lozim? Avstriyalik fizik Bolsman birinchi bo`lib bu masalaga to`g`ri yondoshaoldi va ma`lum darajada tushuniladigan extimollik tushunchasi bilan termodinamik funksiyalar, xususan, entropiya orasidagi bog`lanishni o`rnatishga muvaffaq bo`ldi. Nazariy fizikaning ushbu yangi yo`nalishi, ya`ni, statistik fizikaning asoschilaridan biri deb Uillard Gibbsning nomini uning yoniga qo`yish mumkin. Undan so`ng Puankare, Plank va Eynshteyn ishlarini esga olish mumkin. Umumiy natijani, bu - qandaydir holatdagi entropiya bilan xuddi shu holatdagi extimollik orasidagi bog`lanishni, uzil-kesil o`rnatilgan deb hisoblashimiz mumkin". Lorens tilga olgan ismlarga P.Erenfest va T.A.Avanasåva-Erenfest ismlarini ham qo`shib qo`yish mumkin, ularga statistik termodinamikaga doir bir qator ishlar mansub, va shu jumladan, 1911 yilda "Matematik ensiklopediya"da bosilib chiqqan statistik tushunishning asosiy tamoyillari haqidagi fundamental maqolasi mansubdir.

Barcha bu ishlar ancha keyin bajarilgandi. Bolsman esa, faqatgina 1902 yilda bosilib chiqqan Gibbsning "Statistik mexanikaning asosiy tamoyillari" kitobidan foydalanaolgan. U, shuningdek, Plank g`oyalariga tushunib yetgan, buni Plankning o`zi o`zining tarjimai holida yozgan. Lekin bularning barchasi XX asrda bo`lib o`tayotgandi, bu paytda fizika tabiatni "klassik", eskicha tushunish krizisii yengib o`tib, yangicha yondoshish yo`llariga o`tayotgan payti edi.

Bolsman hayotligida Bolsman shug`ullangan muammolari bilan qiziqqan va uning ishlarini sinchkovlik bilan kuzatib borgan fizik bor edi. Bu - mashhur rus jarroh N.I.Pirogovning o`g`li N.N.Pirogov (1843 - 1891) edi. 1885 - 1890 yillardagi Rus fizik-kimyo jamiyatining Jurnalida e`lon qilingan bir qator ishlarda Pirogov gazlarning kinetik nazariyasi va statistik termodinamika muammolarini ko`rib chiqqan edi. Ulardagi maqolalarida u Bolsmanning natijalarini nafaqat himoya qildi, balki statistik fizikada keyinchalik topilgan bir qator muhim g`oyalarni shakllantirib, aniqlik kiritdi va rivojlantirdi ham. Afsuski, rus tilda yozilgan Pirogovning ishlari noma`lumligicha qoldi va o`z vaqtida statistik termodinamika rivojlanishiga sezilarli ta`sir etmadi.

Nihoyat, atom o`zi haqidagi tasavvurlarning rivojlanishida to`xtalib o`taylik. Maksvell, Klauzius, Bolsman, Gibbslar fizikaviy atomistikani rivojlantirar ekanlar, atomlar tuzilishi haqida imkon qadar sodda gipotezalarni qilgan holda atomlar va molekulalar jamoasi hulq-atvorini boshqaruvchi qonunlarini axtarardilar. XIX asrda atomlarning o`zaro ta`sirlashuvini kuzatish va ularning individual xususiyatlarini o`rganishning yagona vositasi - bu kimyoviy reaksiyalar edi. Aynan kimyoviy atomistika tublarida barcha atomlar vodorod atomlaridan tuzilganligi haqidagi ilk bor gipoteza (Prout, 1815) paydo bo`lgandi. Aynan kimyo element haqidagi ta`limotni ishlab chiqdi, turli atomlarning atom salmoqlarini aniqladi, turli elementlarning xarakterli xususiyatlarini o`rgandi.

1859 yilda optikada muhim kashfiyot qilindi. Fizik Gustav Kirxgof (1824 - 1887) va kimyogar Robert Bunzen (1811 - 1899) kimyogarlarning qo`liga tadqiqotning qudratli vositasini bergan spektral tahlilni kashf qildilar. qayd etib o`tish joizki, ushbu kashfiyot Geydelberg fizik laboratoriyasida avval shahsan Fraungofer o`zi silliqlagan flint-prizma yordamida, keyinchalik esa, Kirxgof va

Bunzenlar ixtiro qilishgan to`rtta fraungofer prizmalarga ega spektral apparat yordamida qilingandi. Kirxgof va Bunzenlarning o`zlari spektral tahlil usuli yordamida seziy (1860) va rubidiy (1861) elementlarni kashf qilishdi. 1861 yilda Kruks spektroskopik yo`l bilan talliyni kashf qildi. Ikki yildan so`ng Rayx va Rixterlar indiyni topishdi.

Geliyni kashf qilinish tarixi juda qiziqdir. Kirxgof ilk bor fraungofer chiziqlarining sirini ochishga muvaffaq bo`ldi va bu chiziqlar quyosh nurlantirayotgan yorug`lik quyosh atmosferasi tarkibiga kiruvchi elementlar tomonidan yutilishi oqibatida paydo bo`lishini ko`rsatdi. Shunday qilib, quyoshda bir qator kimyoviy elementlarning mavjudligi isbot qilingandi. Tutilish paytdagi kuzatuvlarda quyosh spektridagi mos keluvchi chiziqlar yorqin bo`lib porlab ketadi. 1868 yilda to`liq quyosh tutilishini kuzatgan fransuz astronom Jansen va ingliz astronom Lokår biri biridan mustaqil ravishda quyosh spektrida Yerdagi hech qaysi ma`lum elementlariga mansub bo`lmagan yorqin sariq chiziqni kashf qilishadi. Lokår, bu chiziq faqat quyoshda uchraydigan element orqali nurlantiriladi deb taxmin qiladi va shuning uchun uni geliy (yunoncha "gelios" - quyosh) deb nomlashni taklif qiladi. 1895 yili ingliz kimyogar Ramzey, kleveit mineralga kislota bilan ishlov berib, bunda ajralgan gazlarni spektroskopik yo`l bilan tadqiq qiladi va geliyning sariq chizig`ini topadi, xuddi o`sha yo`li u kimyoviy yo`l bilan gaz qorishmasidan uni ajratib oladi.

1869 yilga kelib 63 kimyoviy element ma`lum bo`lgan. Xuddi shu yili D.I.Mendeleev elementlar taqsimotining fundamental qonunini kashf qiladi va tizimga soladi, uni u kimyoviy elementlarning davriy tizimi deb nomlaydi.

D.I.Mendeleev 1834 yili 8 fevralda Tobolñk gimnaziyasi direktori oilasida tug`iladi. D.I.Mendeleev Peterburg pedagogika institutining fizika-matematika fakultetida tahsil oladi. Uning ustozlari orasida mashhur matematik M.V.Ostrogradskiy, fizik E.X.Lens, "rus kimyogarlarning otasi" A.A.Voskresenskiylar bor edi. Bu sharoitda Mendeleevning ilmiy qobiliyati tezda rivojlanib bordi, talabalik yillaridayoq u ortit va piroksen minerallarning kimyoviy tarkibiga doir birinchi ishini bajardi. Institutni u 1855 yili oltin medal bilan tugatdi va sog`lig`i tufayli avval qrimga, undan so`ng esa Odessaga ketishga majbur bo`ldi, bu yerda u gimnaziya o`qituvchisi lavozimida ishlab yurdi. Janubda Mendeleevning sog`lig`i tiklandi va 1856 yili u Peterburgga qaytadi. Magisterlik imtihonlaridan muvaffaqiyatli o`tadi va Peterburg universiteti dotsent unvoniga "Kremnezem birikmalarining tuzilishi haqida" dissertasiyasini himoya qiladi, bu yerda u 1857 - 1858 yillarda nazariy va organik kimyo kurslarini o`qiydi.

1859 yil yanvarida Mendeleev chet el hizmat safariga yuboriladi. U yerda u Bunzen, Kirxgof va Kopp laboratoriyalarida, shuningdek, o`zi tashkil qilgan xonaki laboratoriyasida ishlaydi, unda u qaynashning absolyut haroratiga doir o`zining tadqiqotini bajaradi.

1860 yilda Mendeleev Karlsrueda bo`lib o`tgan kimyogarlarning yig`ilishida ishtiroq etadi, bunda Kannitssaro (unga Mendeleev ham qo`shiladi) Avogadro - Jerar nazariyasini va atom salmoqlarini yangicha aniqlanishini himoya qiladi, bu narsa Mendeleevning kelajakda qilinajak buyuk kashfiyoti uchun ulkan ahamiyatga ega edi.

Chet elda ikki yil bo`lgandan so`ng Mendeleev Peterburgga qaytadi va universitetda organik kimyo kursini o`qishga kirishadi. 1867 yili A.A.Voskresenskiy Xarêovga o`quv viloyati noziri bo`lib ketadi va Mendeleev Ptereburg universitetining bo`shab qolgan noorganik kimyo kafedrasini egallaydi. Universitetdagi kimyo kursidan ma`ruzalarga tayyorgarlik ko`rar ekan, Mendeleev kimyoviy elementlarning o`zaro bog`lanishi haqida mushohada yuritadi va ularning kartotekasini tuzadi, ularni u "pasÿns kabi" tartibga keltiradi. U, atom salmoqlarining joylashuvidagi davriyligiga va elementlar xususiyatlarining takrorlanishiga e`tibor qiladi. 1869 yil 17 fevralda D.I.Mendeleev "Elementlar tizimidan tajriba" kartochkasini tuzadi va uni ayrim kimyogarlarga yuboradi. D.I.Mendeleevning "Elementlarning kimyoviy xossalari bilan ularning atom salmoqlari orasidagi munosabatlari" axboroti Rus kimyogarlar jamiyati a`zolari oldida 1869 yil 6 martda N.A.Menshutkin tomonidan e`lon qilindi. Ushbu axborotda Mendeleev masalaning tarixini, bu narsa bilan shug`ullanishga undagan sabablari haqida bayon qilgandi.

""Kimyo asosari" deb nomlangan kimyodan qo`llanma tuzishga kirishganimdan so`ng, men sodda jismlarning taqsimotida tasodifiy, instiktiv yo`llarni axtarmasdan, qandaydir aniq bir maqsad bilan biror-bir tizimida to`xtashim lozim edi" deb yozadi Mendeleev.

Jerar va Kannitssaro davridan boshlab elementlarning atom salmog`i ahamiyati "bundan bir necha yillar avval bo`lganidek, unda atom salmog`i ekvivalent bilan almashtirilardi va turli, biri biriga zid asoslarda aniqlanardi" endi shubha tug`dirmasligini Mendeleev ko`rsatib o`tadi va "elementlarning atom salmog`i kattaligi bo`yicha tizimni asoslab bermoqchi edim" deb yozadi.

Mendeleev, elementlarning tabiiy xossalari bilan atom salmog`i kattaligi orasida qandaydir aniq munosabat borligini ko`rsatgan tajribalarining natijalarini keltiradi va "Bu yo`nalishdagi barcha taqqoslashlarim atom salmog`i kattaligi element tabiatini zarraning salmog`i murakkab jismning xususiyatini va ko`pgina reaksiyalarini aniqlab berganidek aniqlab beradi, degan xulosaga keltiradi. Agar bu ishonchim men taklif qilgan asosning keyinchalik qo`llanishi bilan tasdiqlansa, biz elementar jismlarning sezilarli farqlarini va o`xshashlik sabablarini tushunib yetgan bo`lamiz" deb yozadi.

Undan so`ng Mendeleev yozadi: "Bundan buyon, menimcha, atom salmoqlarini aniqlashda yana bitta rag`bat paydo bo`ladi, u ham bo`lsa, yangi sodda jismlarni kashf qilishda va ularning orasidagi yangicha o`xshashliklarini axtarishdadir".

Masalan, tizimining birinchi chizmasidayoq, garchi uni Mendeleev "butkul tugallanmagan" deb hisoblasada, u ochgan qonun "elementar jismlaridagi sezilarli farqlanishi va o`xshashliklarining sabablarini tushunishga imkon berishini" va bu narsa yangi, xali noma`lum elementlarni kashf qilishga yo`l ko`rsatuvchi omil bo`lishini yaqqol ko`raoldi. Ushbu axborotda Mendeleev ochiq-oydin "Yana ko`pgina noma`lum bo`lgan sodda jismlarni, masalan, *Al* va *Si* ga va kirishi 65 - 75 bo`lgan elementlarni kashf qilishning extimoli bor" deb yozgan edi.

O`zi o`tkazgan tadqiqotidan kelib chiqqan birinchi xulosasini Mendeleev quyidagicha yozadi: "Atom salmoqlari kattaliklari bo`yicha joylashtirilgan

elementlar xususiyatlarining davriyligini yaqqol namoyon etadilar". Atom va yadro fizikasida fundamental rolni o`ynagan davriy qonunning dastlabki formulirovkasi ana shundaydir.

Mendeleev o`zining qonunini rivojlantirish va mustaxkamlash ustida ishini davom ettiraverdi. 1870 yil 3 dekabrda u Rus kimyogarlar jamiyati majlisida "Elementlarning tabiiy sistemasi va ayrim elementlarning xossalarini aniqlashda undan foydalanishi" axboroti bilan chiqadi. U shved kimyogar Nilñon tomonidan 1879 yilda topgan va skandiy deb nomlangan ekaborni, fransuz kimyogar Lekok de Buabodran tomonidan 1875 yili topgan va galliy deb nomlangan ekaalyuminiyni, nemis kimyogar Vinkler tomonidan 1886 yili topgan va germaniy deb nomlangan ekakremniylar mavjudligini bashorat qiladi.

Davriy qonunning kashf qilinishi va uning asosida yangi elementlar mavjudligi bashorati Engelñ tomonidan yuqori baholandi, u Mendeleevning kashfiyotini ilmiy jasorat deb nomladi va uni Leverå tomonidan Neptun sayyorasining bashorati bilan tenglashtirdi. Bu juda yuqori baho edi - Mendeleev qonuni o`zining aniqligi va kuchi bo`yicha osmon mexanikasi qonunlari bilan tenglasha oldi. Bu baho qonunning keyingi tarixida ham oqlandi: u ochilgandan so`ng turli xususiyatlarga ega qirqtadan ziyod yangi elementlar topildi, va ularning barchasi Mendeleev sistemasiga kiritildi, transuran elementlarni kashf qilishda esa u yo`l boshlovchi vazifasini o`tab bordi.

Siborg boshchiligidagi amerikalik olimlar 1955 yilda 101-sonli elementni kashf qilishganda, uni "kashf qilinmagan elementlarning kimyoviy xususiyatlarini bashorat qilishda davriy sistemadan, ya`ni so`nggi yoki transuran elementlarini topishda kalit bo`lgan tamoyildan foydalangan buyuk rus kimyogar Dmitriy Mendeleevning kashshoflik rolini inobatga olib" mendeleviy deb nomlashdi.

Davriy qonunning buyuk kashfiyotchisi hayratlanarli darajada har tomonlama biliga ega va keng ilmiy hamda jamoat faolligi bilan ajralib turgan. U Peterburg univeritetining professori bo`lgan va A.M.Butlerov hamda N.A.Menshutkinlar bilan birgalikda 1891 - 1894 yillarda qurib bitqazilgan yangi kimyoviy laboratoriyani yaratish va ishga tushirishga doir barcha tayyorgarlik ishlarini olib borgan, lekin bu vaqtda D.I.Mendeleev universitetda endi yo`q edi. U 1890 yil boshida xalq ta`limi vazirligining talabalar namoyishlariga qaratib olib borilgan harakatlariga norozilik bildirib universitetni tark etishga majbur bo`lgandi.

1893 yilda D.I.Mendeleev o`lchov va birliklar Palatasiga nazoratchi etib tayinlanadi, uning rahbarligi ostida u birinchi darajali ilmiy metrologik muassasaga - o`lchov va birliklar Bosh palatasiga, hozirda Butunittifoq metrologiya va standartizasiya ilmiy-tadqiqot institutiga aylandi.

D.I.Mendeleevni Rossiyaning sanoati rivojlanishi va iqtisodiyoti qattiq qiziqtirgan. Bu masalaga u ko`pgina ishlarini bag`ishlaganturli davlat komissiyalarida, jumladan, boj tarifini ishlab chiqishda ham ishtiroq etgan. Neft ishlari, metallurgiya, zavod ishlari, dehqonchilik, Rossiyaning sanoati rivoji, uning aholisi, bular barchasi olimni qiziqtirgan, u barcha yerda o`zining o`chmas izini qoldirgan. Dmitriy Ivanovich Mendeleevning qaynoq, jo`shqin, har tomonlama

faoliyati 1907 yili uzildi. U 1907 yil 20 yanvarda Peterburgda o`pkasi yallig`lanishidan vafot etdi.

Spektral tahlil va kimyoviy elementlarning davriy qonuni kashf qilingandan so`ng atom o`ziga xos spektrlarni yuzaga keltiruvchi tarkibiy qismlari ichki harakatlari mavjud murakkab tuzilishga ega ekanligi ayon bo`ldi. Bu tuzilmani o`rganishdan oldin fizika elektromagnit nazariyani rivojlantirishga doir yangi qadamni tashlashi lozim edi. Bu qadam Maksvell tomonidan qilindi.

Elektromagnit maydon nazariyasi paydo bo`lishi va rivojlanishi

Frenelning ko`ndalang yorug`lik to`lqinlari gipotezasi fizika oldiga efir tabiatiga taalluqli, ya`ni, yorug`lik to`lqinlari tarqaluvchi faraziy muhitga doir bir qator mushkul masalalarni qo`ydi. Ushbu muammolar oldida yorug`lik to`lqinlarni nurlantiruvchi material zarralarning tabiatiga doir masala ham, atom va molekulalardagi nurlanish mexanizmini topishdek masala ham ikkinchi o`ringa tushib qoldi.

Quyidagi savollarga javob topmoq zarur edi: chiziqiy qutblangan to`lqinda tebranishlar qaysi yo`nalishda sodir etiladi? Nima uchun bo`ylama yorug`lik to`lqinlar yo`q va faqat ko`ndalang to`lqinlarga yo`l qo`yishi uchun efir qanday xususiyatlarga ega bo`lishi lozim? Va nihoyat, u orqali harakatlanayotgan jismlarga efirning munosabati qanday bo`ladi?

Freneldan keyingi davrda ushbu masalalarning yechilishiga ancha e`tibor qaratilgandi. Birinchi savolga javobni topish uchun ikkita gipoteza, ya`ni, Frenel gipotezasi hamda Frans Neyman (1798 - 1895) gipotezalari qilingandi. Frenel gipotezasiga ko`ra, chiziqiy qutblangan to`lqindagi yorug`lik tebranishlari qutblanish tekisligiga perpendikulyar yo`nalishda sodir etiladi. Bunda salmoqli jismlardagi efir va erkin efir biri biridan zichligi bilan farqlansada, elastikligi o`zgarmas bo`lib qoladi. Neyman gipotezasiga binoan esa, efirning tebranishlari qutblanish tekisligida sodir etilib, salmoqli jismlardagi efir va erkin efir zichligi bilan emas, balki elastikligi bilan farqlanadilar.

Yorug`lik to`lqinlarining ko`ndalangligini tushuntirish uchun turli gipotezalar taklif qilingandi: mutlaqo ezilmaydigan efir gipotezasi, etik moyiga o`xshash, ya`ni, tez o`zgarishlar uchun qattiq va sekin o`zgarishlar uchun oqib o`tuvchi, giroskoplar bilan to`lgan muhit kabi efir, va xokazo. Harakatlanayotgan jismlarga nisbatan efir umuman qo`zgalmas muhit, qisman jismlarga ilakishadigan muhit, to`liq ilakishadigan muhit deb qaralardi. Barcha bu g`aroyib, biri-biriga zid gipotezalar fiziklarda kupgina kuchni olib qo`yardi, shunga qaramay, olimlar bu urinishlar besamar emasmikan? Umuman, efirning o`zi mavjudmikan? degan savollarni qo`yishmasdi.

Yorug`likning korpuskulyar nazariyasi yemirilgandan so`ng efirning mavjudligi shak-shubhasiz deb tuyulardi. Ahir, yorug`lik tebranishlari tarqalishi mumkin bo`lgan muhit mavjud bo`lishi shart-ku. ""Oqish nazariyasi"ning muvaffaqiyatsizligidan so`ng yorug`lik hodisalari nurlanayotgan jismlarni mayda zarrachalarining tebranishlari, ya`ni efir to`lqinlari orqali uzatiluvchi tebranishlar deb tushuntiriladi". Ana shunday so`zlar bilan "Akustika va optikaga kirish" darsligining "Fizikaviy optika" bo`limini boshlar edi A.G.Stoletov. Va bu keng

qabul qilingan nuqtai nazar edi. Undan so`ng Stoletov bir necha punktlarda "bu maxsus muhitning mavjudligini zaruratini", ya`ni, efirning mavjudligini asoslab berardi. U yorug`likning elektromagnit nazariyasini bilgan, "yorug`lik to`lqinlari efirning "elektr tebranishlarining" aynan ko`ndalang to`lqinlari ekanligi ayon, va garchi ushbu tebranishlarining mexanizmi hozircha noaniq bo`lsada, shunga qaramay, bu tebranishlarining eltuvchisi aynan efir ekanligiga u shubha qilmaydi.

Akustika va optikaga doir ma`ruzalarini Stoletov 1880 - 1881 yillarda o`qigandi. "Akustika va optikaga kirish" 1895 yili bosilib chiqdi. 1902 yilda N.A.Umovning "Fizika kursi" ikkinchi qismi chiqdi. Unda optikaga bag`ishlangan bo`lim quyidagi so`zlar bilan boshlanardi: "Yaqin-yaqingacha efir deb nomlangan jismlardan o`tuvchi va butun fazoni to`ldirib turuvchi yupqa vaznsiz materiya faqatgina yorug`lik hodisalar o`tadigan joyi deb hisoblanardi. Hozirgi kunda biz yorug`likga efirda sodir etilishi mumkin bo`lgan hodisalardan biri deb qaraymiz".

Stoletovning "Kirish"i bosilishidan bir yil oldin, 1894 yilda nemis tilda "Elektromagnitli asosda efirning fizikasi" sarlavhasi ostida P.Drudening (1863 - 1906) elektr kursi bosilib chiqdi. 1901 - 1902 yillarda G.A.Lorens Leyden universitetida "Efirning nazariyasi va modellari" ma`ruzalar kursini o`qigandi. U 1922 yilda golland tilda, 1927 yili ingliz tarjimasida, va 1936 yilda rus tilda, ya`ni, nisbiylik nazariyasi orqali efir butkul dafn etilgan bir paytda bosilib chiqqandi. Lorens ma`ruzalarining so`nggi so`zlarida extiyotkorlik bilan "So`nggi paytlarda efirda sodir etiladigan jarayonlarning mexanik tushuntirilishi orqaga chekinib bormoqda" deb yozgandi. Ammo u mexanik o`xshatishliklar "o`zining qandaydir ahamiyatini, har qalay, yo`qotmasa kerak" deb hisoblagandi. "Ular jarayonlar haqida fikrlashga yordam beradi va yangi tadqiqotlar uchun g`oyalarning manbaiga aylanishlari mumkin" deb yozgandi Lorens.

Lorensning bu umidini ko`rgazmali modellarini uloqtirib tashlab matematik bayonga o`tgan zamonaviy nazariy fizika rivojlanishi puchga chiqardi. Tarixan bu fakt paradoksal ko`rinadi, chunki matematik bayonga o`tish jarayonini Maksvell boshlab berdi, aynan uning o`zi o`zining elektromagnit nazariyasini yaratishda efirda kechuvchi konkret mexanik jarayonlarining modellarini qayta ishlagan edi. Ushbu modellarni mushohada qilib, Maksvell elektromagnit hodisalarning nomexanik jarayonlarini akslantiruvchi tenglamalarni topadi. "Elektr va magnetizmga haqida risola"sida ko`p yillik elektr va magnetizmga doir o`tkazgan tadqiqotlarining natijalarini keltirar ekan, Maksvell "biz o`rganishimiz lozim bo`lgan fanning turli sohalaridagi ichki o`zaro bog`lanishlari avval ishlangan ixtiyoriy fandan, shu jumladan, mexanikadan ham ko`p sonli va murakkabroqdir" deb xulosa qiladi. Undan so`ng, Maksvell elektrga doir qonunlari, "balkim, tabiatni tushuntirishda yordam beruvchi fan sifatida o`ta muhimligini ko`rsatuvchi" ekanligi haqida yozadi. Demak, Maksvellga binoan, elektr nazariyasi mexanika bilan bir qatorda "tabiatni tushuntirishda yordam beruvchi" fundamental fandir. "Bundan kelib chiqqan holda, men tasavvur qilishimcha, elektromagnetizmning barcha ko`rinishlarini o`rganish fanni olg`a siljitishdagi vosita sifatida o`ta muhim ekanligi ayon" deydi Maksvell.

Faradeyning dohiyona kashfiyotlari davridan beri elektrning texnik tadbiqiy ishlari keng ommalashdi. "Risola" yaratilish momentiga elektromagnit telegraf

keng tarqaldi, uzoqqa cho`zilgan aloqa liniyalar: Yevropa va Amerikani bog`lagan transatlantik kabel (1866), London va Kalkuttani birlashtirgan hind-evropa telegrafi (1869), Yevropani Janubiy Amerika bilan bog`lagan aloqa liniyasi (1872) paydo bo`ldi.

Elektr tokning dastlabki generatorlari: Kromvel va Varli (1866), Simens (1867), Uitston (1867), Gramm (1870 - 1871), shuningdek, elektrodvigatellar, rus akademik Boris Semyonovich Yakobi dvigatelidan (1834) boshlab, halqali yakorga ega Pachinotti dvigateligacha (1860) paydo bo`la boshladi. Elektrotexnika davri boshlanayotgan edi. Ammo Maksvell nafaqat elektrotexnikaning shiddat bilan rivojlanishini nazarda tutgan edi. Elektromagnit jarayonlar fanga, jumladan, fizika va kimyoga chuqurroq kirib borayotgan edi. Mexanik tasavvurni almashtirayotgan olamning elektromagnit olam manzarasi davri boshlanayotgandi.

Maksvell optika va elektrning ulkan qorishmasini amalga oshirib, elektromagnit qonunlarining fundamental ahamiyatini yaqqol ko`raoldi. Aynan u yorug`likning elektromagnit nazariyasini yaratib, optikani elektromagnetizmga keltiraoldi, bu bilan u nafaqat nazariy fizikada, balki texnikada ham yangi yo`llarni ochdi va radiotexnikaga zamin yaratdi.

Djems Klerk Maksvell mashhur shotlandiyalik aslzodalar naslidan edi. Uning otasi Maksvell familiyasini qabul qilib olgan Jon Klerk har tomonlama madaniyatli qiziqishlariga ega inson, sayohatchi, ixtirochi, olim bo`lgan. 1831 yil 13 iyunda Edinburgda Maksvellar oilasida o`g`il tug`iladi, bu kelajakda buyuk fizik Jems edi. U tug`ma tabiatshunos bo`lib o`sdi. Otasi uning sinchkovligini, qiziqishlarini rag`batlantirar, o`zi uni astronomiya bilan tanishtirgan, ko`rish nayi orqali osmon jismlarni kuzatishni o`rgatardi. U o`g`lini universitetga kirish uchun uyida tayyorlamoqchi bo`ldi, lekin keyinchalik niyatidan qaytdi va Maksvell o`n yoshga to`lganda o`rta klassik gimnaziya turidagi o`rta o`quv muassasasi, ya`ni, Edinburg akademiyasiga o`qishga berdi. Beshinchi sinfga qadar Jemsning o`qishga unchalik ishtiyoqi yo`q edi. Beshinchi sinfda u geometriyaga qiziqib qoladi, geometrik jismlarning modellarini yasaydi, masalalarning o`ziga xos yechimlarini o`ylab topadi. O`n besh yashar o`quvchiligidayoq u Edinburg qirollik jamiyatiga oval shaklidagi egri chiziqlarga doir tadqiqotini taqdim etadi. 1846 yildagi ushbu o`smirlik chog`idagi maqolasi bilan Maksvellning ikki jildlik ilmiy maqolalar to`plami boshlanadi.

1847 yilda Maksvell Edinburg universitetiga o`qishga kiradi. Bu davrga kelib uning qiziqish doirasi aniqlandi, u fizika bilan mashg`ul bo`ldi. 1850 yilda Edinburg qirollik jamiyatida elastik jismlarning muvozanati haqida ma`ruza qiladi, bunda u materiallar elastikligi va qarshiligi nazariyasida "Maksvell teoremasi" deb nomlangan teoremani isbotlaydi. Xuddi shu yili u Kembridj universitetiga, insoniyat uchun Nyuton va boshqa ko`pgina atoqli fiziklarni tarbiyalab yetishtirgan mashhur Triniti-kollejga o`tadi.

1854 yilda Maksvell ikkinchi bo`lib bitiruv imtihonlarni topshiradi. U o`zining katta do`sti Vilÿm Tomsonga xat yozib, "bakalavrlarning mudhish nasliga kirib qolganini", "fizikaga qaytish" niyatida ekanligini va "eng avvalo elektrga hujum qilmoqchi ekanligini" ma`lum qiladi. U sirtlarning egriligi, rangli ko`rish va "Faradeyning eksperimental tadqiqotlari" haqida fikr yuritadi. 1855 yildayoq u

Edinburg qirollik jamiyatiga "Ranglarga doir tajribalar" ma`ruzasini yuboradi, rangli pildiroqni ixtiro qiladi, rangli ko`rish nazariyasini qayta ishlab chiqadi. Xuddi shu yili u "Faradey kuch chiziqlari" esdalik ustida ish boshlaydi (1855 - 1856), uning birinchi qismi haqida u 1855 yil Kembridj falsafiy jamiyatida ma`ruza qiladi.

1856 yilda Maksvellning otasi vafot etadi, u nafaqat ota, balki yaqin do`sti ham edi. Xuddi shu yili Maksvell Shotlandiyadagi Aberdin universitetida professorligini qo`lga kiritadi. Yangi lavozim va meros qolgan uy-joy tashvishlari juda ko`p vaqtini olishiga qaramay, Maksvell ilm bilan intensiv shug`ullanadi. 1857 yilda u Faradeyga juda hush kelgan "Faradey kuch chiziqlari haqida" o`zining esdaligini yuboradi. "Sizning ishlaringiz menga juda hush keldi va menga juda katta madad bo`ldi" deb yozadi u Maksvellga. Faradey yanglishmagandi, Maksvell uning g`oyalariga juda katta yordam ko`rsatdi, u Faradey ishini munosib tarzda muvaffaqiyatli yakunladi.

Eynshteyn mexanikadagi Galiley va Nyuton nomlarini elektr haqidagi ta`limotda Faradey va Maksvell nomlari bilan taqqoslaydi. Haqiqatdan ham, bu yerda o`xshashlik juda o`rinlidir. Galiley mexanikaga asos soldi, Nyuton uni yaqunladi. Ikkalasi ham Kopernik sistemasidan uning fizikaviy asosini axtarishidan boshlashgan, va nihoyat, u Nyuton tomonidan topilgan edi.

Faradey elektr va magnit hodisalarni o`rganishda yangicha yondoshib, muhitning ahamiyatini ko`rsatdi va kuch chiziqlari yordamida bayon etiladigan maydon konsepsiyasini kiritdi. Maksvell g`oyalarga matematik tugallanganlikni bag`ishladi, Faradeyda xali bo`lmagan "elektromagnit maydon" aniq atamani kiritdi, ushbu maydonning matematik qonunlarini shakllantirib berdi. Galiley va Nyuton olam tasavvurining mexanik asosini yaratishgan bo`lsa, Faradey va Maksvell olam tasavvurining elektromagnit asosini yaratishdi.

Elektromagnit nazariyani Maksvell "Kuchning fizikaviy chiziqlari haqida" (1861 - 1862) va "Maydonning dinamik nazariyasi" (1864 - 1865) ishlarida rivojlantirdi. Ushbu ishlarni u endi Aberdinda emas, balki Londonda, King-kollejda professurani olgandan so`ng yozgan. Bu yerda Maksvell qarib, kasalmand bo`lib qolgan Faradey bilan uchrashadi. Maksvell yorug`likning elektromagnit tabiatini tasdiqlovchi ma`lumotlarini qo`lga kiritgandan so`ng ularni Faradeyga yuboradi. Maksvell "U (Faradey) tomonidan "Nuriy tebranishlar haqida fikrlar"da (Phil. Mag., may 1846), yoki "Eksperimental tadqiqotlar"da (Exp. Rec., p. 447) taklif qilingan yorug`likning elektromagnit nazariyasi, bu umuman olganda, men ushbu maqolada ("Maydonning dinamik nazariyasi" - Phil. Mag., 1865) rivojlantirgan, faqat bitta narsadan, ya`ni, 1846 yilda tarqalish tezligi hisob-kitoblaridagi natijalaridan tashqari, xuddi o`zginasidir. J.K.M." deb yozgandi. Maksvell bu kashfiyotdagi Faradeyning peshqadamligini tan olgan. Maksvell Faradeyning 1832 yildagi muhrlangan xati haqida bilishi mumkin emasdi va 1846 yilda bosilib chiqqan uning maqolasiga ishora qilardi. Ammo u ochiq-oydin o`zining "Maydonning dinamik nazariyasi"da bergan, yorug`likning tarqalish tezligining miqdoriy ma`lumotlari bilan zaryad va toklarning elektromagnit va elektrostatik birliklari doimiy munosabatlaridan tashqari narsalarni Faradey oldin aytganini qayd etadi.

1865 yilda, "Maydonning dinamik nazariyasi" bosilib chiqqanda, Maksvell chavandozlik bilan shug`ullanayotgan paytda bahtsiz voqeaga uchraydi. U Londondagi professurani tark etadi va o`zining Glenlerdagi uy-joyiga ketadi, bu yerda u 1859 yildayoq boshlab qo`ygan statistik tadqiqotlarni davom ettiradi.

1871 yilda muhim voqea sodir etiladi. XVIII asrdagi mashhur olim Genri Kavendish, ya`ni, gersog Kavendish ajdodining meroslari hisobiga Kembridj universitetida eksperimental fizika kafedrasi ta`sis etildi va kelajakda mashhur Kavendish laboratoriyasining qurilishi boshlab yuborildi. Maksvell Kavendishning birinchi professori sifatida taklif etildi. 1871 yil 8 oktyabrda u universitet ta`limida eksperimental o`qitish funksiyalari haqida o`zining inagural ma`ruzasini o`qidi. Ma`ruza eksperimental fizikani o`qitishdagi butun laboratoriyaning kelajakdagi faoliyatiga doir dastur bo`lib qoldi. Ushbu faoliyatda Maksvell zamon talabini ko`raoldi.

"Biz ma`ruzalar xonasida fizikaning biror sohasiga doir tajriba va namoyishlardan foydalangan holda ma`ruzalardan boshlashimiz va laboratoriyada bir qator tadqiqot tajribalari bilan tugatishimiz lozim". Maksvell o`qituvchining maqsadi haqida muhim fikrlarni aytadi. O`qituvchi uchun muhimi - talabaning e`tiborini muammoga qaratishdir. Eksperimental ta`lim raqiblari bilan munozara qilar ekan, Maksvell, agar inson muammo bilan qiziqsa, uni xal qilishda butun qalbi bilan idroq etsa, agar u tabiatni tushuntirishda matematikani qo`llashning eng katta foydasini tushunsa, unda asosiy mutaxassislikga ziyon yetmaydi, eksperimental bilimlar darsliklardagi formulalariga ishonchini yo`qotmaydi, talaba charchoqni bilmaydi deb aytadi.

Maksvell Kembridjdagi o`zining faoliyatini issiqlikga doir ma`ruzalardan boshladi. U qurilish masalalariga va laboratoriyaning tashkiliy ishlariga ko`p vaqtini sarflardi. U chet elda va o`zining mamlakatida laboratoriyalarni tashkillashtirish tajribalarini o`rganib chiqdi, Tomson laboratoriyasiga va Klarendon laboratoriyasiga tashrif buyurdi. Klarendon laboratoriya Kembridj laboratoriyani tashkil etishda ko`p jihatdan namuna bo`lib hizmat qildi. 1874 yil 16 iyunda laboratoriya ochilish marosimi bo`lib o`tdi.

Laboratoriya zalvorli uch qavatli binodan iborat edi. quyi qavatda magnetizmga, mayatniklarga, issiqlikga doir tadqiqotlarni o`tkazish xonalari joylashgan edi. Bu yerda zahiraxonalar, oshxona, mehmonxona ham joylashgan edi. Ikkinchi qavatda - katta laboratoriya, professorning xonasi va laboratoriyasi, ma`ruza xonasi va apparatura uchun xonalar joylashgandi. Yuqori qavatda akustika laboratoriyasi, hisoblash va grafik tuzish uchun, nuriy issiqlik, optika, elektr uuchun xonalar va fotografik ishlar uchun qorong`u xonalar mavjud edi. Laboratoriyadagi barcha stollar poldan mustaqil balkalarda joylashgandi, bu esa o`ta nozik tajribalarni o`tkazishga imkon berardi. Laboratoriyaning tomida metall tayoq o`rnatilgan edi. Barcha auditoriyalar unga ulanardi, shuning uchun ixtiyoriy momentda atmosfera elektrining potensialini o`lchash mumkin bo`lardi. Laboratoriya pollaridagi ko`tarma eshiklar qavatlar oarsida simlarni tortishga, Fuko mayatnigini osib qo`yishga va xokazolarga imkon berardi. Albatta, barcha laboratoriyalarda gaz suv, yorug`lik mavjud edi.

Laboratoriya ochilganiga uch yil o`tgandan so`ng Maksvell "fanning hozirgi holatida talab etiladigan barcha asboblar mujassam" deb yozadi. Bu asboblarning ro`yxati e`lon qilingandi. Ushbu ro`yxat haqida 1936 yilda J.J.Tomson quyidagicha aytgan edi: "Bu o`sha davrda mukammal deb hisoblangan asboblar bilan hozirda mavjud asboblar orasida ajablanarli farq namunasidir".

Keyinchalik fizika fanining yirik markaziga aylangan Kavendish laboratoriyasi ko`p jihatdan o`zining birinchi professori tufayli shu martabaga erishdi. Maksvell oldida eksperimental fizikaning yangi kafedrasini yaratishdek qiyin masala turardi. Yangilik o`ziga yo`lni har doim qiyinchilik bilan ochadi. Oxirgi kursdagi talabalarning tarbiyachilari laboratoriyaga bormaslikni maslahat berishardi. Avvaliga laboratoriyaga kam odam kelishi ham ana shu bilan izohlash mumkin. Bu yerga avval matematik triposni (o`ziga xos imtihon) topshirgan va amaliy ishda ko`niqma hosil qilishga ishtiyoqmandlar (V.Xik, G.Kristal, S.Saunder, D.Gordon, A.Shuster) kelishdi.

Masalan, Georg Kristal (1851 - 1911), keyinchalik Edinburg universiteti professori, Om qonuni haqiqiyligini tekshirardi, bu tajribani unga Maksvell tanlab bergandi. Bunday tekshiruvga zarurat shundan kelib chiqqandiki, ayrim o`tkazilgan tadqiqotlar ushbu qonunning haqiqiyligiga shubha tug`dirgandi. Maksvell Kempbellga Kristal haqida quyidagicha yozgan edi "... oktyabrdan buyon Om qonunini tekshirib tinimsiz ishladi, va Om sinovlardan g`alaba bilan o`tdi".

Shuningdek, Kristal va S.Saunder Britaniya Assotsiasiyasiga qarshiliklar birligi bilan Britaniya Assotsiasiyasi birliklarini taqqoslash natijalari haqida axborot berdilar, bu ancha qiyin tadqiqotlar bo`lib, ularni keyinchalik Glazebruk va Fleminglar davom ettirdilar. Ancha keyin, Reley davrida ushbu tadqiqotlar barcha elektr o`lchov sohasiga tadbiq etildi va Kavendish laboratoriyasini elektr birliklar standartlarini o`rnatish markaziga aylantirdi.

Umuman olganda, Maksvellda ishlovchilar original tadqiqotlarga o`tishdan oldin kichik umumiy praktikumdan o`tishgan, asboblarni o`rganishgan, vaqtni o`lchashgan, hisobot yuritishni va xokazoni o`rganishgan, ya`ni, Maksvell laboratoriyaning kelajakdagi umumiy praktikumiga asos solgandi.

Maksvell Kavendish laboratoriyasi kelajakdagi rivoji uchun qilgan faoliyatining ahamiyatini baholash mushkul. 1882 yilda Vilyam Tomson yozadi: "Maksvellning Kembridjdagi ta`siri ilgariga nisbatan o`qitishning matematik yo`nalishida samaraliroq kanallariga o`tishda shubhasiz ulkan effektiga egadir. Uning e`lon qilgan ilmiy maqola va kitoblari, Kembridjdagi uning imtihon qabul qiluvchi sifatida ishlashi, Uning professorlik ma`ruzalari, bularning barchasi ana shu effektni kuchaytirardi. Ammo Kavendish laboratoriyasini rejalashtirish va yaxshilashga doir qilingan ishlari barchasidan yuqoridir. Bu yerda, haqiqatdan ham, so`nggi o`n yil ichida Kembridjdagi fizikaviy fan cho`qqilarga ko`tarildi, va bu butkul Maksvell ta`siri bilan bog`liqdir".

Kavendish professori lavozimida Maksvell ulkan ilmiy va pedagogik ishlarni olib borgan. 1873 yilda uning asosiy ishi "Elektr va magnetizmga doir risola" bosilib chiqdi. U o`zining nazariyasini ommabop tarzda bayon etishini "Elektrning ommabop bayoni" kitobini yozishni boshlab qo`ygandi, lekin tugatishga ulgurmadi. Kavendish professori lavozimida bo`lgan Maksvell arxivdan

Kavendishning e`lon qilinmagan ishlarini, va jumladan, Kulondan bir necha yil avval kashf qilgan elektr o`zaro ta`sirlashuviga doir ishini ham chiqarib oldi. Maksvell Kavendish tajribasini aniqroq elektrometr bilan takrorladi va katta aniqlikda masofa kvadratiga teskari proporsionallik qonunini juda katta aniqlik darajada tasdiqladi. Genri Kavendish memuarlarini Maksvell o`zining izohlari bilan ta`minlangan holda 1879 yili nashrdan chiqardi. Xuddi shu yilning 5 noyabrida Maksvell saraton kasalidan vafot etdi.

Maksvell har tomonlama: nazariyotchi, eksperimentator, texnik yetuk olim bo`lgan. Ammo fizika tarixida uning nomi o`zi yaratgan elektromagnit maydon nazariyasi bilan assotsiasiyalanadi, u aynan shunday, ya`ni, Maksvell nazariyasi yoki maksvellcha elektrodinamika deb nomlanadi. U fan tarixiga Nyutoncha mexanika, relyativistik mexanika, kvant mexanikasi kabi fundamental umumlashuvlar bilan bir qatorda kiritildi va fizikada yangi bosqich kelishidan darak berdi. Aristotel tomonidan shakllantirib bergan fanning rivojlanish qonuniga mos ravishda, u tabiatni o`rganishni yangi, yuqoriroq darajaga ko`tarardi, shu bilan birga u avvalgi nazariyalarga nisbatan tushunarsiz va abstrakt, Aristotel iborasi bilan aytilsa, "biz uchun mavhumroq" bo`lib tuyulardi.

Bu narsa fiziklar tomonidan uzoq vaqtgacha Maksvell nazariyasini qabul qilmasliklariga olib keldi, va faqat Gersning tajribalaridan so`nggina u tan olina boshlandi. U fizikada Maykelñon tajribalaridan so`ng, elektron nazariyasiga doir Lorensning dastlabki ishlaridan keyingina "grajdanlik huquqiga" ega bo`ldi. Shunday qilib, uning o`zlashtirilishi elektron va relyativistik fizikalarga asos solinishi bilan mos tushdi. Maksvell yaratgan nazariyasining tarixi fizikaning zamonaviy holatiga olib kelgan bu sohalarining tarixi bilan chambarchas bog`liqdir.

Maksvell o`zining nazariyasini 1854 yilda yarata boshlagandi. Shu yilning 20 fevralida o`zining katta o`rtog`i V.Tomsonga yozgan xatida "elektrga hujum uyushtirish" niyatida ekanligini aytadi. 1854 yil 13 noyabrda Kembridjdan yuborgan xatida yozishicha, u "elektrda hali yosh bo`lsada", bir necha sodda g`oyalardan foydalangan holda "shubhalarning ulkan massasini" xal qilishga muvaffaq bo`lgan. "Men yetarlicha osonlik bilan elektr kuchlanishning (ya`ni, elektrostatikaning) fundamental tamoyillarini ko`lga kiritdim" deb aytadi u Tomsonga va bunda Tomson tomonidan topilgan issiqlik o`tkazuvchanlik bilan o`xshatishlik yordam berganini ma`lum qiladi. Undan so`ng Maksvell, Amper ishlarini o`rganib zavq olganligini, ammo uning nuqtai nazarlarini "faylasufdek", o`zi tadqiq qilib chiqmoqchi ekanligini ma`lum qiladi. Unga bu maqsadda Faradeyning magnit kuch chiziqlari usuli ancha foydali bo`lib tuyulishini, lekin boshqalar tok elementlarining bevosita tortishish tushunchasidan foydalanishni afzal ko`rishlari ayon. Maksvell tok tomonidan generasiya qilinadigan magnit kuchlar chiziqlari manzarasini qayta ishlaydi, mos keluvchi tushunchalarni kiritadi va matematik tenglamalarni yozadi.

Ushbu xatda Maksvell tomonidan bildirilgan fikrlar uning 1855 - 1856 yillarda Kembridjda yozilgan "Faradeycha kuch chiziqlari haqida" dastlabki ishida qayta ishlangandi. Bu ishning maqsadi qilib u "qanday yo`sinda Faradeyning g`oya va maqsadlaridan bevosita foydalangan holda u tomonidan kashf qilgan hodisalar

turlari orasidagi o`zaro munosabatlarni yaxshiroq aniqlash mumkinligini qo`rsatishni" olgan edi. "Faradeycha kuch chiziqlari haqida" ishida Maksvell elektr va magnit o`zaro ta`sirlashuvlarini uzatuvchi muhitning gidrodinamik modelini tuzadi. U stasionar jarayonlarni harakatlanuvchan suyuqlikning ko`rgazmali tasavvuri orqali bayon etishga muvaffaq bo`ladi. Ushbu tasvirdagi zaryadlar va magnit qutblari oqib o`tuvchi suyuqlikning manba va oqava joylarini tasavvurlaydi. "Men ... chiziq va sirtlar tizimidan foydalangan holda matematik g`oyalarni ko`rgazmali shaklda, belgilarsiz ko`rsatishga harakat qildim, bu belgilar Faradey nuqtai nazarini ifodalashga ham unchalik yaramaydi, tushuntirishga harakat qilinayotgan hodisalar tabiatiga ham mos kelmaydi" deb yozgandi Maksvell.

Biroq, Faradeycha elektrotonik holatidagi induksion jarayonlarni bayon etish uchun model yaroqsiz bo`lib qoldi va Maksvell matematik belgilashlardan foydalanishga majbur bo`ldi. U elektrotonik holatni uchta funksiya yordamida tasniflaydi, ular elektrotonik funksiyalar yoki elektrotonik holatning tashkil etuvchilari deb nomlanadi. Zamonaviy belgilanishlarda ushbu vektorli funksiya vektor-potensialga mos keladi. Berk chiziq bo`ylab olingan bu vektorning egri chiziqli integralini Maksvell "berk egri chiziq bo`ylab olingan to`liq elektrotonik intensivligi" deb nomlaydi. Ushbu kattalik uchun u elektrotonik holatining birinchi qonunini topadi: "Element sirti chegarasi bo`ylab olingan to`liq elektrotonik intensivlik ushbu element orqali o`tuvchi magnit induksiya miqdori o`lchov birligidir, yoki, boshqacharoq aytiladigan bo`lsa, berilgan elementni teshib o`tuvchi magnit kuchlar chiziqlari sonining o`lchov birligidir". Zamonaviy belgilanishlarda bu qonun

$$\oint A_l dl = \oint B_n dS = \Phi,$$

formula bilan ifodalanishi mumkin, bu yerda A_l - egri chiziq elementi dl yo`nalishidagi $\vec{A}$ potensial vektor komponentasi, $B_n$ - element sirti $dS$ normaliga yo`nalishidagi $\vec{B}$ induksiya vektori normal komponentasi.

Undan so`ng Maksvell magnit induksiya $\vec{B}$ ni magnit maydon kuchlanganligi vektori $\vec{H}$ bilan bog`lovchi "magnit o`tkazuvchanlik tenglamasini" yozadi:

$$\dot{B} = \mu \dot{H}.$$

Uchinchi qonun magnit maydon kuchlanganligi H bilan uni hosil qiluvchi tok I ni bog`laydi. Maksvell uni quyidagicha ta`riflaydi: "Sirtning qandaydir qismini chegaralab turuvchi chiziq bo`ylab o`tayotgan to`liq magnit intensivlik ushbu sirtdan oqayotgan elektr tok miqdoriga o`lchov birligi bo`lib hizmat qiladi". Zamonaviy belgilanishlarda ushbu ta`rif $\oint H_l dl = I$ formula bilan yoziladi, u hozirda integral shaklidagi Maksvellning birinchi tenglamasi deb nomlanadi. U Ersted tomonidan kashf qilingan eksperimental faktni, ya`ni, tok magnit maydon bilan o`ralgan faktni akslantiradi.

To`rtinchi qonun - bu Om qonunidir: $\vec{j} = \lambda \vec{E}$.

Toklar kuchlarining o`zaro ta`sirlashuvlarini ifodalash uchun Maksvell o`zi magnit potensial deb nomlagan kattalikni kiritgan. Ushbu kattalik beshinchi qonunga bo`ysunadi: "Berk tokning to`liq elektromagnit potensiali tok yo`nalishida hisoblanadigan tok miqdorining zanjir bo`ylab to`liq elektrotonik intensivligiga ko`paytmasi bilan o`lchanadi: $U = I\oint A_l dl = I\Phi$».

Maksvellning oltinchi qonuni elektromagnit induksiyaga taalluqlidir: "O`tkazgichning elementiga ta`sir etuvchi elektr yurituvchi kuch, uning hosilasi o`zgarishi va elektrotonik holati yo`nalishidan qat`iy nazar, elektrotonik intensivlikning vaqt bo`yicha hosilasi bilan o`lchaladi". Zamonaviy belgilanishlarda ushbu qonun

$$\oint E_l dl = -\frac{d}{dt}\oint A_l dl = -\frac{d\Phi}{dt}$$

formula bilan ifodalanadi, bu - integral shaklidagi Maksvellning ikkinchi tenglamasidir. qayd etib o`tish joizki, elektr yurituvchi kuch deb Maksvell elektr maydon kuchlanganligi vektorining sirkulyasiyasini nazarda tutadi. Maksvell, maydonda tutashgan o`tkazgichlar mavjudligidan va ularda ushbu maydon tok hosil qilishidan qat`iy nazar, magnit oqim (elektrotonik holat) ning vaqt bo`yicha o`zgarishi uyurmali elektr maydonni hosil qiladi deb hisoblab, Faradey - Lens - Neymanlarning induksiya qonunini umumlashtiradi. Ersted qounining umumlashmasini esa Maksvell xali bermaydi.

Oltita qonunlarining ta`riflanishini Maksvell quyidagi so`zlar bilan tugatadi: "Men ushbu oltita qonunlarda Faradeyning "Eksperimental tadqiqotlari"da aytilgan uning fikrlari yo`nalishlarida, menimcha, mavjud bo`lgan g`oyalarni matematik ifodalashga urinib ko`rdim". Maksvellning bu ta`kidi juda o`rinli, yana "Faradeyning elektrotonik holatini ifodalash hamda elektrodinamik potensiallar va elektr yurituvchi kularni aniqlash uchun matematik funksiyalarni" kiritilishi ham ilk bor qilinganligi ta`kidi ham o`rinlidir.

Elektromagnit maydon nazariyasini rivojlantirishdagi keyingi qadamini Maksvell "Fizik kuch chiziqlariga doir" umumiy sarlavhasi ostida berilgan bir qator maqolalarini nashr ettirib, 1861 - 1862 yillarda bajardi. Bu yerda ham Maksvell elektromagnit maydonining mexanik modelidan foydalanadi. Ammo ushbu model avvalgi ishida qo`llagan harakatlanuvchan suyuqlikdagi tezliklar maydoni tasviridan ancha murakkab. Maksvell ushbu modelini qayta ishlashda o`zining muhandislik va konstruktorlik qobiliyatlaridan to`laqonlik bilan foydalanadi va o`zining mashhur tenglamalarini topadi. "Maksvell o`zining tenglamalarini yaqindan ta`sirlashish konsepsiyasidan kelib chiqqan holda elektromagnit hodisalarni mexanik modellar yordamida tushuntirish mumkinligini isbotlash ishtiyoqida topadi, va faqatgina ushbu modellar yaqindan ta`sirlashish faktini uzil-kesil va butkul o`rnatgan va hozirda boshqa yo`llar bilan topilgan tenglamalarining ishonchli negizini tashkil etgan eksperimentlarga yo`l ochib berdi" deb yozgandi Bolsman.

Maksvellning tenglamalarini topish qiyin emas, lekin ularni "kiritish" Nyuton qonunlarini chiqarish mumkin bo`lmaganidek, mumkin emas. Albatta, Nyutonning tenglamalari ham, Maksvellning tenglamalari ham isbotsiz olingan

boshqa tamoyillaridan chiqarish mumkin, lekin bu tamoyillar ham, Maksvell yoki Nyuton tenglamalari kabi tajribaning umumlashuvidan kelib chiqqan. "Maksvellning nazariyasi bu Maksvellning tenglamalaridir" degan ekan Gers.

"Kuchning fizik chiziqlari"da Maksvell eng avvalo zaryadlar, toklar, magnitlar mujassam bo`lgan muhitning har bir elementiga ta`sir etuvchi kuch ifodasini asoslab beradi. Maksvell muhitni molekulyar uyurmalar bilan to`lgan deb fikrlaydi, bu muhitning aynan bir nuqtasida ta`sir etuvchi kuchlar yo`nalishga bog`liq bo`ladi, hozirgi ibora bilan aytiladigan bo`lsa, ular tenzor xarakteriga ega. Undan so`ng Maksvell o`zining mashhur tenglamalarini yozadi. Faradeycha kuch chiziqlari haqidagi ishdan farqli bu yerdagi yangilik magnit maydon o`zgarishi bilan elektr yurituvchi kuchning paydo bo`lishi orasidagi bog`lanishning aniq o`rnatilishi bo`ldi. Uning tenglamasi (to`g`rirog`i, komponentalari uchun tenglamalarning "tripleti") "magnit maydon o`zgarishi bilan ular tufayli hosil bo`ladigan elektr yurituvchi kuchlar orasidagi munosabatlarni" aniqlab beradi.

Yana bir muhim yangilik siljish va siljish toklari tushunchalarining kiritilishi bo`ldi. Maksvellga binoan, siljish - bu elektr maydondagi dielektrik holatining xarakteristikasidir. Berk sirt orqali o`tuvchi siljishning to`liq oqimi sirt ichida joylashgan zaryadlarning algebraik yig`indisiga teng. "Bu siljish haqiqiy tokni ifodalamaydi, chunki qandaydir aniq qattalikga erishgandan so`ng u o`zgarmas bo`lib qoladi. Ammo bu tokning boshlanishi, va siljishning o`zgarishi musbat yoki manfiy yo`nalishdagi toklarni hosil qiladi, bu siljish ortishi yoki kamayishiga bog`liqdir" deb yozadi Maksvell. Ana shunday tarzda siljish toki deb nomlanuvchi fundamental tushuncha kiritiladi. O`tkazuvchanlik toki kabi, ushbu tok ham magnit maydonni hosil qiladi. Shuning uchun u Maksvellning birinchi tenglamasi deb nomlangan tenglamani umumlashtiradi va birinchi qismiga siljish tokini kiritadi. Zamonaviy belgilanishlarda Maksvellning bu tenglamasi

$$rot\vec{H} = \frac{4\pi}{c}\vec{j} + \frac{1}{c}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$$

ko`rinishga ega.

Undan so`ng Maksvell maydonni butun hajm bo`yicha tarqaluvchi energiya eltuvchisi deb hisoblaydi. Elektr maydon energiyasi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$W = \frac{1}{8\pi_V}\int(\varepsilon E^2 + \mu H^2)dV\,.$$

Va nihoyat, Maksvell, uning elastik muhitida ko`ndalang to`lqinlar yorug`lik tezligi bilan tarqalishini topadi. Ushbu fundamental natija uni muhim xulosaga olib keladi: "Kolraush va Veberlarning elektromagnit tajribalaridan hisoblab chiqilgan bizning gipotetik muhitdagi ko`ndalang to`lqinli tebranishlarining tezligi Fizoning optik tajribalaridan topilgan yorug`lik tezligiga shunchalik mos tushadiki, biz, yorug`lik elektr va magnit hodisalarning sababchisi bo`lgan aynan o`sha muhitning ko`ndalang tebranishlaridan iboratdir degan xulosani inkor etaolmaymiz".

Shunday qilib, XIX asrning 60-chi yillarining boshlaridayoq Maksvell o`zining elektr va magnetizm nazariyasining asoslarini topadi va yorug`lik aynan elektromagnit hodisa ekanligi haqida muhim xulosaga keladi.

Nazariyasini qayta ishlashini davom ettirib, Maksvell 1864 - 1865 yillarda o`zining "Maydonning dinamik nazariyasi"ni e`lon qiladi. Ushbu ishda Maksvellning nazariyasi tugallanganlik shakliga kiradi va Faradey tomonidan kiritilgan ilmiy tadqiqotning yangi ob`ekti bo`lmish elektromagnit maydon aniq ta`rifga ega bo`ladi. "Men taklif qilayotgan nazariya elektromagnit maydon nazariyasi deb nomlanishi mumkin, chunki u elektr yoki magnitli jismlarni o`rab turuvchi fazo bilan ish ko`radi, bu fazoda harakatlanuvchan materiya mavjud deb faraz qiladi, uning oqibatida barcha elektromagnit hodisalar kuzitilishi mumkin. Elektromagnit maydon bu elektr yoki magnitli holatda bo`lgan jismlarni o`rab turuvchi fazoning bir qismidir" deb yozadi Maksvell.

Fizika tarixidagi elektromagnit maydonning ilk bor ta`riflanishi ana shundaydir. Faradey "maydon" terminini ishlatmaydi, u kuchlarni fizik chiziqlarining real mavjudligi haqida gapiradi. Faqat Maksvell davridan boshlab fizikada elektromagnit energiyasi eltuvchisi vazifasini o`tagan maydon tushunchasi paydo bo`ladi.

Maydonni ifodalash uchun Maksvell koordinatalarning skalyar va vektor funksiyalarini kiritadi. Vektorlarni u nemis gotik shriftining bosh harflari bilan belgilaydi, ammo hisob-kitoblarda ularning komponentalaridan foydalanadi. Vektorli tenglamalarni u mos keluvchi tenglamalarning uchliklarini ("tripletlar") olgan holda koordinatalarda ifodalaydi.

"Elektr va magnetizmga doir risola"da u uning elektromagnit nazariyasida ishlatiladigan asosiy kattaliklarning jadvalini beradi. Terminlar, belgilanishlar, Maksvell tomonidan kiritilayotgan tushunchalarning mazmunlari ayrim holda zamonaviylaridan ancha farqlanadi. Masalan, Maksvell konsepsiyasida fundamental ahamiyatga ega "elektromagnit moment" yoki nuqtadagi "harakatning elektromagnit miqdori" kattaliklari zamonaviy fizikada ikkilamchi kattalik vektor potensial $\vec{A}$ dir. To`g`risini aytganda, kvant nazariyasida u yana fundamental qiymatga aylandi, lekin eksperimental fizika, radiotexnika, elektrotexnika uni sof rasmiy qiymat deb qabul qilishadi.

Maksvell nazariyasida ushbu kattalik magnit oqim bilan bog`langan. Berk konturdagi vektor-potensialning aylanishi kontur qamrab olgan sirtdan o`tuvchi magnit oqimga teng. Magnit oqim inersial xossalariga ega va induksiyaning elektr yurituvchi kuchi Lens qoidasiga binoan teskari ishora bilan olingan magnit oqimning o`zgarish tezligiga proporsionaldir. Bundan induksion elektr maydon kuchlanganligi

$$\vec{E} = -\frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$$

ga teng. Maksvell ushbu ifodani mexanikadagi inersiya kuchi ifodasiga o`xshash deb hisoblaydi:

$$\vec{F} = -\frac{d\vec{p}}{dt},$$

bu yerda $\vec{p} = m\vec{v}$ – mexanik impulñ, yoki harakat miqdori. Bu o`xshashlik Maksvell tomonidan vektor-potensial uchun kiritilgan terminni tushuntiradi.

Maksvell nazariyasidagi elektromagnit maydon tenglamalarning o`zi esa zamonaviydan farq qiladi.

Zamonaviy shaklda Maksvellning tenglamalar sistemasi quyidagi ko`rinishga ega:

$$\vec{B} = rot\,\vec{A}, \tag{1}$$

$$\vec{E} = [\vec{v}\,\vec{B}] - \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} - grad\psi\,. \tag{2}$$

Ushbu tenglamalar bilan magnit induksiya vektori $\vec{B}$ va elektr maydon kuchlanganligi $\vec{E}$ vektorli potensial $\vec{A}$ va skalyar potensial ψ orqali ifodalanadi. Undan so`ng Maksvell zichligi $\vec{j}$ ga ega tok bilan aylanib o`tuvchi o`tkazgichning hajm birligiga $\vec{B}$ magnit induksiya bilan ta`sir etuvchi ponderomotor kuch *f* ning ifodasini olib yozadi:

$$\vec{f} = [\vec{j}\,\vec{B}]. \tag{3}$$

Bu ifodaga u "magnitlanish tenglamasi"ni:

$$\vec{B} = \vec{H} + 4\pi I \tag{4}$$

va "elektr toklarning tenglamasi"ni (hozirda Maksvellning birinchi tenglamasi) qo`shadi:

$$rot\,\vec{H} = \frac{4\pi}{c}\vec{j} + \frac{1}{c}\frac{\partial \vec{D}}{\partial t}. \tag{5}$$

Siljish vektori $\vec{D}$ va elektr maydon kuchlanganligi $\vec{E}$ o`zaro bog`lanishi Maksvellda

$$\vec{D} = \frac{\varepsilon}{4\sigma}\vec{E}. \tag{6}$$

tenglama bilan ifodalanadi. Undan so`ng Maksvell differensial ko`rinishdagi Om qonunini yozadi:

$$\vec{j} = \sigma\vec{E}. \tag{7}$$

Undan so`ng $div\,\vec{D} = \rho$ tenglamani va $\vec{B} = \mu\vec{H}$ tenglamani, shuningdek, chegaraviy shartni:

$$D_{n_1} + D_{n_2} = \sigma.$$

Maksvellning tenglamalar tizimi ana shunday. Ushbu tenglamalardan kelib chiqadigan muhim xulosa shuki, magnitlangan dielektrikda

$$v = \frac{c}{\sqrt{\varepsilon}}$$

tezlik bilan tarqaluvchi ko`ndalang to`lqinlar mavjudligidan iborat. Ushbu xulosani u "Yorug`likning elektromagnit nazariyasi" sarlavhasi ostida berilgan "Maydon dinamik nazariyasi"ning so`nggi bo`limida bergan. Bu yerda Maksvell "... Elektromagnetizm haqidagi fan xuddi maydon orqali tarqalayotgan g`alayonlanishlar yo`nalishidagi optikadek shunday xulosalarga olib keladi; ushbu ikkala fan bu tebranishlarning ko`ndalangligini ta`kidlaydi, va ikkalasi ham tarqalishning bir xil tezligini beradi" deb yozadi. Efirda bu tezlik *c* – yorug`lik

tezligi, buni Maksvell *V* deb belgilaydi, dielektrikda bu tezlik $\sqrt{\varepsilon}$ marta kichikroqdir. Shunday qilib, sinish ko`rsatkichi *n*, Maksvellga binoan, muhitning elektr va magnit xossalari bilan aniqlanadi. Nomagnit dielektrikda $n = \sqrt{\varepsilon}$. Bu - Maksvellning mashhur munosabati.

"Risola"da Maksvell "Nazariyaga ko`ra yorug`lik - bu boshqa elektromagnit harakatlar tarqaluvchi ham tarqaluvchi muhitdagi elektromagnit g`alayonlanishdir, uning *V* si yorug`lik tezligi bo`lishi lozim va sonli qiymati turli usullar bilan aniqlanishi mumkin. Ikkinchi tomondan, *v* – bir elektromagnit birligidagi elektrostatik birliklarining soni... Ular yorug`lik tezligini aniqlashdagi butkul mustaqil usullardir. Demak kattalik *V* bilan *v* larining mos tushishi yoki tushmasligi yorug`likning elektromagnit nazariyasi tekshirilishini ta`minlaydi" deb yozadi.

Maksvell *V* va *v* larning aniqlanishlarining jadvalini beradi, unga ko`ra "yorug`likning tezligi va birliklarining nisbatlari kattalikning bir xil tartibida ekanligi" ayon bo`ladi. Garchi Maksvell bu moslikni yetarlicha aniq emas deb hisoblasada, keyingi tajribalarda ikkala kattalik orasidagi nisbat aniqroq topiladi, deb umid qiladi. Har qalay, mavjud ma`lumotlar nazariyani inkor etmaydi. Biroq, Maksvell qonuniga kelsak, ish ancha mushkulroq edi. Parafinning dielektrik o`tkazuvchanligini aniqlashda tajribadan olingan yakkayu-yagona natija bor edi. Unda ε = 1,975 ga teng bo`lib chiqdi. Ikkinchi tomondan, *A*, *D*, *H* fraungofer chiziqlari uchun parafinning sinish ko`rsatkichlari $\sqrt{1{,}975} = 1{,}405$ o`rniga $n = 1{,}420$ bo`lib chiqdi. Bu farq yetarlicha katta bo`lib, uni kuzatuvlar xatoligiga yo`yib bo`lmaydi. Maksvell buni modda tuzilish nazariyasini "jismlarning elektr xossalaridan optik xossalarini chiqarishni o`rgangunga qadar" juda yaxshilash zarurligiga ishora deb biladi. O`ta nozik va shu bilan chuqur ma`noga ega bu ta`kid fizika tarixida butunlay o`zini oqladi.

Maksvell davrida elektromagnit spektrning uzun to`lqinli sohasi xali ochilmagandi, va tabiiyki, unda sinish ko`rsatkichlarining qiymatlari o`lchab ko`rilmagandi. Lekin optik sohada anomal dispersiya aniqlangan bo`lib, u, sinish ko`rsatkichi murakkab tarzda chastotaga bog`langanligini ko`rsatardi. Maksvell qonuni haqligini tasdiqlash uchun har tomonlama eksperimental v nazariy tadqiqotlar o`tkazishni taqozo etardi. Maksvellning o`zi esa chiqargan xulosalarining to`g`riligiga butkul ishonardi va eksperimental ma`lumotlar bilan nazariy qiymatlari orasidagi chetlashishlar uni qayg`uga solmasdi. U katta e`tibor bilan bu sohadagi tadqiqotlarni kuzatib borardi, shu bilan birga u ogohlantirardi: "Bizning sekin kechuvchi elektr tajribalarimizning natijalarini sekundiga billionlab sodir etiluvchi yorug`lik tebranishlari bilan taqqoslar ekanmiz, biz taxminiy tekshiruvlarga ham umid bog`lashimiz mushkul". Shunday bo`lsada, U gazlarning dielektrik o`tkazuvchanliklarini o`lchagan va bir qator gazlar uchun maksvellcha $n^2 = \varepsilon$ munosabatning haqligini ko`rsatgan Bolsmanning natijalarini olqishlaydi. U vafotidan keyin bosib chiqarilgan o`zining "Elektrning elementar bayoni" deb nomlangan so`nggi ishiga Bolsmanning natijalarini kiritgandi. Rus fiziklar N.N.Shiller (1848 - 1910) va P.A.Zilov (1850 - 1921) larning natijalari ham bunga kiritilgandi.

N.N.Shiller 1872 - 1874 yillarda bir qator moddalarning dielektrik doimiylarini chastotasi taxminan 10^4 Gs bo`lgan o`zgaruvchan elektr maydonlarda o`lchagan. Bir qancha dielektriklar uchun u $n^2 = \varepsilon$ qonunining taxminiy isbotlanishini topdi, lekin ayrimlari, masalan shisha uchun, farqlanish juda katta bo`lib chiqdi. P.A.Zilov 1876 yilda ayrim suyuqliklar uchun dielektrik doimiylarini o`lchadi. Terpentin uchun u $\varepsilon = 2{,}21$, $\sqrt{\varepsilon} = 1{,}49$, $n = 1{,}456$ ekanligini aniqladi. Zilov "elektr to`lqinlarining uzunligi "yorug`lik to`lqinlari uzunligiga nisbatan cheksiz katta" ekanligini juda yaxshi tushungan, va Maksvel qonunini u quyidagicha ta`riflagan: "Izolyatorning dielektrik doimiysidan chiqargan kvadrat ildizi cheksiz uzun to`lqin nurlari sinishi ko`rsatkichiga teng".

N.N.Shiller va P.A.Zilovlar Stoletovning shog`irdlari bo`lgan. Stoletovning o`zi Maksvell nazariyasiga katta qiziqish bildirgan va Maksvell xulosasini tasdiqlash maqsadida birliklar nisbatlari o`lchashlarini amalga oshirishga urinib ko`rgan. Rossiyada Maksvell nazariyasi xayrixohlik bilan kutib olingan va rus fiziklari uning muvaffaqiyatiga jonbozlik ko`rsatishgan.

Maksvell nazariyasida energiya hajmli zichligi $\frac{1}{8\pi}\left(\varepsilon E^2 + \mu H^2\right)$ bo`lgan fazoda taqsimlangan. Ravshanki, fazoda tarqalayotgan elektromagnit to`lqin o`zi bilan birga energiyani ham eltadi. Maksvell, yutuvchi sirtga tushgan to`lqin ushbu sirtga energiyaning hajmli zichligiga teng bosimni hosil qiladi, deb ta`kidlaydi. Maksvellning ushbu xulosasi V.Tomson (Kelâin) va boshqa fiziklar tomonidan tanqidga uchradi. Rus fizigi P.N.Lebedev Maksvellning haq ekanligini isbotladi.

Energiya harakatlanishi haqidagi ta`limot rus fizigi N.A.Umov tomonidan qayta ishlab chiqildi.

N.A.Umov 1846 yil 23 yanvarda simbirsklik shifokor oilasida tug`ildi. 1863 yilda u Birinchi sonli Moskva gimnaziyani tugatadi va Moskva universitetiga o`qishga kiradi, uni u 1867 yili nomzod bo`lib tugatadi. 1871 yilda Umov "qattik elastik jismlarda termomexanik hodisalar nazariyasi" mavzusidagi magisterlik dissertasiyasini himoya qiladi va Odessadagi Novorossiysk universitetiga dotsent lavozimiga saylanadi. 1874 yili u "Jismlardagi energiya ko`chishi tenglamalari" doktorlik dissertasiyasini himoya qiladi. Munozara qiyin kechdi. Energiya ko`chishi g`oyasi xatto A.G. Stoletov kabi fiziklar tomonidan ham qabul qilinishi og`ir bo`ldi. 1875 yilda Umov Novorossiysk universitetining ekstraordinar, 1880 yili esa ordinar professoridir. 1893 yilda u Moskva universiteti professori lavozimiga saylanishi munosabati bilan Moskvaga ko`chib o`tadi. Uch yildan so`ng u Stoletov vafotidan so`ng bo`shab qolgan fizika kafedrasini egallaydi.

Umov rahbarligi ostida universitetning fizika instituti binosi loyihalashtiriladi va bunyod etiladi. Umov 1915 yil 15 yanvarda vafot etdi.

O`zining "Jismlarda energiya ko`chish tenglamalari" ishida Umov butun hajm bo`ylab energiya taqsimoti tekis bo`lgan muhitda, bunda muhitning har bir elementi "berilgan momentida energiyaning aniq miqdoriga ega" energiya ko`chishini olib ko`radi. Umov hajmli zichlikni $\Im$ orqali, l_x, l_y, l_z orqali esa, muhitning ko`rilayotgan nuqtasida energiyaning to`g`ri burchakli koordinatalarini *x*, *y*, *z* o`qlari bo`ylab tezliklarining yig`indilari"ni belgilaydi. Shundan so`ng

Umov energiya zichligi $Э$ ning o`zgarishi vaqtga bo`ysunishini ko`rsatuvchi differensial tenglamani topadi:

$$-\frac{dЭ}{dt}=\frac{dЭl_x}{dx}+\frac{dЭl_y}{dy}+\frac{dЭl_z}{dz}.$$

Maksvell kabi, Umov ham xususiy hosilalarni $\frac{dЭ}{dt}, \frac{dЭl_x}{dx}$, … orqali, to`liq hosilalarni esa, $\frac{\partial Э}{\partial t}$, … orqali belgilaydi. Biz hozirda uning teskarisini yozamiz:

$$-\frac{\partial Э}{\partial t}=\frac{\partial Эl_x}{\partial x}+\frac{\partial Эl_y}{\partial y}+\frac{\partial Эl_z}{\partial z}$$

va butun hajm uchun:

$$\iiint \frac{\partial Э}{\partial t}dxdydz+\iint Эl_n d\sigma=0.$$

Shunday qilib, hajm ichidagi energiya o`zgarishi sirt orqali o`tuvchi uning oqimi bilan aniqlanadi. Sirtning har bir birligidan vaqt birligida vektor normal tashkil etuvchi $\vec{Эl}=\vec{y}$ ga teng $Эl_n$ energiya miqdori oqib o`tadi. Ushbu vektor hozirda Umov vektori deb nomlanadi.

1883 yil 17 dekabrida Reley qirollik jamiyatga Jon Poyntingning (1852 - 1914) "Elektromagnit maydonda energiya ko`chishi haqida" axborotini taqdim etadi. Ushbu axborot Poynting tomonidan 1884 yil 10 yanvarda o`qib eshittirildi va 1885 yili, ya`ni, Umovning nashridan 11 yil keyin jamiyatning ilmiy ishlar to`plamida bosilib chiqdi. 1874 yili Odessada alohida broshyura ko`rinishida bosilib chiqqan ushbu nashridan xabari bo`lmagan Poynting ham elektromagnit energiya ko`chishiga doir aynan shu masalani ko`rib chiqadi. Maksvellning elektromagnit energiya hajmli zichligi uchun yozgan ifodasidan kelib chiqib, Poynting teoremani topadi, uni u quyidagicha ta`riflaydi: "Sirt ichida jamlangan elektr v magnit energiya hamda toklar hosil qilingan issiqlik yig`indilarining sekundiga o`zgarishi har bir elementida elektr va magnit kuch qiymatlarida qo`shilgan xissasi kattaliklariga teng".

Buning ma`nosi shuki, "energiya ... elektr va magnit kuchlar mujassam bo`lgan tekislikga perpendikulyar yo`nalishda oqadi, va ushbu tekislikning birlik yuzasida sekundiga kesib o`tuvchi energiya miqdori elektr yurituvchi kuch × magnit kuchi × 4π ga taqsimlangan ular orasidagi burchak sinusi ko`paytmalariga teng, bunda oqimning yo`nalishi o`ng tomon bo`ramaga bog`langan uchta kattalikga - elektr yurituvchi kuch, magnit kuchi va energiya oqimi bilan aniqlanadi".

Zamonaviy belgilanishlarda Poyntingning energiya oqimi vektori modul va yo`nalish bo`yicha quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\frac{c}{4\pi}\left[\vec{E}\vec{H}\right].$$

Adabiyotda ushbu vektorUmov - Poynting vektori deb ataladi.

Yaqindan ta`sirlashish nazariyasining muvaffaqiyatlari haqida, bunga Maksvell nazariyasi ham qiradi, gapirilganda, ushbu nazariya ko`pgina yetakchi fiziklar tomonidan qo`llab-quvvatlanmaganligini esdan chiqarmaslik lozim.

Maksvell o`zining "Elektr va magnetizmga doir risola"sining birinchi nashrida 1873 yil 1 fevral sanasida berilgan so`zboshisida Faradey usuli elektrni masofadan ta`sir etuvchi terminlarda ifodalangan matematiklarning usuliga teng deb yozadi. "Men, ikkala usulning natijalari umuman olganda mos tushadi, shuning uchun ular aynan bir xil hodisalarni tushuntirmoqda va ikkala usul bilan bir xil qonunlar chiqarilmoqda deb topdim" deb yozadi Maksvell. Lekin u, matematiklar tomonidan topilgan samarali usullar "Faradeydan olingan tasavvur terminlari avvalgi shakliga nisbatan ancha yaxshiroq ifodalanishi mumkin" deb ta`kidlaydi. Maksvell fikri bo`yicha, potensiallar nazariyasi mazmuni xususiy hosilali differensial tenglamani qoniqtiruvchi kattalikni, ya`ni, potensialni topishdan iboratdir. Maksvell Faradey usulini ustunroq qo`yadi va himoya qiladi. "Bu yo`l, garchi u ayrim hollarda noaniq bo`lib ko`rinsada, mening fikrimcha, u nimalarni ta`kidlab, nimalarni yechimsiz qoldirishi bilan bizning haqiqiy bilimlarimizga mos va to`g`riroq tushadi".

O`zining risolasini uzoqdan ta`sirlashishi tahlili bilan tugatar ekan, Maksvell, ular maydon konsepsiyasiga muholiflardek bo`lganini, "yorug`lik tarqalishi mumkin bo`lgan muhitni taxmin qilishga qarshi edilar" deb ko`rsatadi. Ammo Maksvell, uzoqdan ta`sirlashish konsepsiyasi, xohlasa yo xohlamasa, "Agar biror narsa u zarrachadan bu zarrachagacha bo`lgan masofada tarqalsa, unda u bitta zarrani tark etib, ikkinchisiga yetib olgunga qadar qaysi holatda bo`ladi?" degan savolga to`qnash keladi deb ta`kidlaydi. Maksvell, ushbu savolning yaqqayu-yagona jo`yali javobi bu bitta zarraning ta`sirini ikkinchisiga o`tkazuvchi oraliq muhitning mavjudligi gipotezasi, ya`ni, yaqindan ta`sir etish gipotezasidir, deb hisoblaydi. Agar ushbu gipoteza qabul qilinsa, unda, Maksvell fikricha, u "bizning tadqiqotlarimizda ko`rinarli joyni egallashi va biz ushbu ta`sirning barcha tafsilotlari haqida fikran tasavvur etaolishga urinib ko`rishimiz lozim". "Va bu narsa ushbu risolamning doimiy maqsadi bo`lib qolgandi" deb tugatadi Maksvell.

Shunday qilib, "Risola"dayoq Maksvell uzoqdan ta`sirlashish tarafdorlarida ham yangi g`oyalarga jiddiy qarshilik ko`rsatuvchi muholiflar mavjudligini tan oladi. U, maydonning yangi konsepsiyasi elektromagnit hodisalar haqidagi tushunchalarimizni yangi, yuqoriroq pog`onaga ko`tarishini yaqqol sezadi, va bunda u so`zsiz haqdir. Lekin bu yangi pog`ona noaniq, biz bevosita sezaolmaydigan maydon konsepsiyasini kiritishi bilan oddiy, bizni sezishimiz mumkin bo`lgan tasavvurlardan, oddiy tushunchalardan uzoqlashtiradi. Aristotelning ko`rsatmasi, ya`ni, bilishlik "tabiatan yaqqolroq", lekin "biz uchun mavhumroq" tomon harakatlanishi yana takrorlandi. Maksvellning nazariyasi fizikada munosib o`rin egallashi uchun yangi natijalar talab etildi. Maksvell nazariyasi g`alaba qozonishida hal etuvchi rolni nemis fizik Genrix Gers o`ynadi.

Gers. Genrix Rudolf Gers 1857 yil 22 fevralda keyinchalik senator bo`lib olgan advokat oilasida tug`ildi. Gers davrida birlashgan Germaniyada sanoat, fan va texnika intensiv rivojlanayotgandi. Berlin universitetida Gelmgols dunyoga mashhur bo`lgan ilmiy maktabni yaratdi, uning rahbarligi ostida 1876 yilda fizika instituti qurildi. O`sha paytlardayoq Verner Simens (1816 - 1892) kuchli toklar sohasida intensiv ijod qilayotgandi. Simens "Simens va Galske", "Simens va Shunkert" kabi eng yirik elektrotexnik firmalar tashkilotchisi edi. U Gelmgols

bilan birgalikda Germaniyaning oliy metrologik muassasasi - Fizika-texnika instituti yaratilishi tashkilotchilaridan biri edi. Simensning do`sti va qarindoshi bo`lmish Gelmgols ushbu institutning birinchi prezidenti bo`ldi.

Nemis fan va texnikaning peshqadamlari qatoriga Gers ham kirib qoldi. 1875 yili gimnaziyani tugatgandan so`ng, Gers avval Drezdendagi, undan keyin Myunxendagi oliy texnika bilim yurtida tahsil oldi. Lekin tez orada uning o`rni fanda ekanligini tushunib yetadi va Berlin universitetiga o`tib ketadi, u yerda Gelmgols rahbarligi ostida u fizikani o`rgana boshlaydi.

Gers Gelmgolsning sevimli shog`irdi edi va aynan unga Gelmgols Maksvellning nazariy xulosalarini tajribada tekshirib chiqishni topshiradi. Gers o`zining mashhur tajribalarini Karlsruedagi Oliy texnika maktabining professori lavozimidaligida boshlab, Bonnda tugatadi, bu yerda u eksperimental fizika professori lavozimida edi.

Gers 1894 yil 1 yanvarda vafot etadi. O`zining shog`irdiga nekrolog (dafn marosimida o`qiladigan ma`ruza) yozgan Gelmgols xuddi o`sha yilning 8 sentyabrida olamdan o`tadi.

Gelmgols o`zining nekrologida Gersning ilmiy yo`lining boshini, unda talabalik ishi sifatida elektrodinamika sohadan ish tanlab berganini, chunki "Gers bu masala bilan qiziqib qolishi va muvaffaqiyat bilan hal etishiga ishonchim qomil edi" deb eslaydi. Shunday qilib, Gelmgols Gersni keyinchalik u fundamental kashfiyotlar qilgan va o`z nomi abadiy saqlanib qolgan sohaga olib kirgandi. O`sha davrdagi (1879 yilning yozi) elektrodinamika holatini tasniflab, Gelmgols yozgandi: "... O`sha paytlari elektrodinamika sohasi yo`lsiz cho`lu-sahroga aylangandi. Kuzatuvlardan olingan faktlar va ancha shubhali nazariyalardagi xulosalar - bular barchasi o`zaro qorishib ketgan edi". Aytib o`tishimiz joizki, bu tasnif 1879 yilga, Maksvell vafot etgan yiliga taalluqlidir. Gers olim sifatida aynan o`sha yili tug`ildi.

Yosh olimga o`zining "Elektr oqimidagi kinetik energiyaning yuqori chegarasini aniqlashga urinish" (1880), "Aylanayotgan dismlardagi induksiyaga doir" doktorlik dissertasiyasida (1880, mart), "Maksvellcha elektrodinamik tenglamalarning qarama-qarshi elektrodinamikaga munosabati haqida" (1884) ishlarida biri-biriga raqib bo`lgan nazariyalar orasidan bog`lanishlarni topib, "yo`lsiz cho`lu-sahrodan" kechib o`tishga to`g`ri keldi. 1884 yildagi ishida Gers maksvellcha elektrodinamika oddiysiga nisbatan afzalligini ko`rsatadi, lekin u yagona imkon ekani isbotlanmagan deb hisoblaydi. Ammo keyinchalik Gers Gelmgolsning kompromiss nazariyasida to`xtaladi. Gelmgols Maksvell va Faradeydan elektromagnit jarayonlarda muhitning ahamiyatini tan oladi, ammo Maksvelldan farqli o`laroq, tutashmagan toklarning ta`siri tutashgan toklar ta`siridan farq qilishi kerak deb hisoblaydi. Tutashgan toklarning ta`siri ikkala nazariyadan bir xilda chiqariladi, tutashmagan toklar ta`sirida esa, Gelmgolsga binoan, ikkala nazariyadan turli xulosalar kuzatilishi lozim bo`ladi. "O`sha paytdagi ishning haqiqiy mohiyatini tushungan har bir kimsaga elektromagnit jarayonlar nazariyasini oniy tutashmagan toklar bilan bog`liq bo`lgan jarayonlarni aniq tadqiqotlar o`tkazish yo`li bilan to`liq tushunib yetishi mumkinligi ayon edi" deb yozadi Gelmgols.

Ushbu masala Gelmgols laboratoriyasida bu tadqiqotga "Dielektriklardagi tutashmagan toklarning uchlaridagi dielektrik xossalari" doktorlik dissertasiyasini (1876) bag`ishlagan N.N.Shiller o`rganardi. Shiller tutashgan va tutashmagan toklar orasidagi farqni topaolmadi, Maksvell nazariyasiga binoan aynan shunday bo`lishi kerak edi. Lekin, Gelmgols bu bilan qoniqish hosil qilmadi va Gersga Maksvell nazariyasini qayta tekshirib chiqishni va 1879 yilda Berlin Assotsiasiyasi tomonidan "elektrodinamik kuchlar va dielektriklarning dielektrik qutblanishi orasida biror bog`lanish mavjudligini tajribalar orqali ko`rsatish"dek qo`yilgan masalani hal qilishni taklif qildi. Gers olib borgan hisob-kitob ishlari eng yaxshi sharoitlarda ham kutilayotgan effekt juda kichik bo`lishini ko`rsatdi va u "masalani ishlashdan bosh tortdi". Lekin o`sha vaqtdan uni hal qilishning turli yo`llari haqida fikrlay boshladi va uning e`tibori "elektr tebranishlar bilan bog`liq bo`lgan barcha narsalarga qaratilgan edi".

Haqiqatdan ham, quyi chastotalarda siljish toki effekti juda kichik, Maksvell nazariyasi bilan uzoqdan ta`sir etish nazariyasi orasidagi farq ham aynan shunda, shuning uchun Gers masalani muvaffaqiyatli hal qilinishi uchun yuqori chastotali elektr tebranishlar zarurligini to`g`ri tushunib yetdi. Bu tebranishlar haqida nimalar ma`lum edi?

1842 yilda amerikalik fizik J.Genri 1826 yilda Savar tomonidan o`tkazilgan tajribalarni takrorlaydi va leyden bankasining razryadi "vaznsiz flyuidning bankaning bitta qatlamidan ikkinchisiga yakka ko`chishidan ... iborat emas"ligini va "bitta yo`nalishda bosh razryadni, undan so`ng esa bir necha orqa va oldinga qaratilgan akslangan harakatlarni, bunda har bir keyingisi avvalgiga nisbatan kuchsizroq bo`lishini, va ular muvozanat tiklanguncha davom etishini" taxmin qilish zarurligini aniqlaydi.

Gelmgols ham "Kuch saqlanishi haqida" memuarida leyden bankalarning batareyasi razryadini "elektrning bitta yo`nalishdagi sodda harakati emas, balki ikkala qatlamlari orasida uning u yoqdan bu yoqqa harakati, to uning barcha tirik kuchi qarshiliklar yig`indisi tomonidan butkul tamom qilmaguncha borgan sari kamayib boruvchi tebranishlar kabi" tasavvur qilish lozimligini ta`kidlaydi.

V.Tomson 1853 yilda berilgan sig`imdagi razryadnikning shakli va qarshiligi ma`lum bo`lgan o`tkazgich orqali razryadini tadqiq qildi. Razryad jarayoniga energiya saqlanish qonunini tadbiq qilar ekan, u razryad jarayoni tenglamasini quyidagi ko`rinishda chiqaradi:

$$\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{k}{A}\cdot\frac{dq}{dt}+\frac{1}{C}q=0,$$

bu yerda q – berilgan vaqtning t momentida razryadlanuvchi o`tkazgichdagi elektr miqdori, $C$ – o`tkazgichning sig`imi, $k$ – razryadnikning galvanik qarshiligi, $A$ – "razryadnikning elektrodinamik sig`imi deb nomlanishi mumkin bo`lgan doimiy", uni biz hozirda o`zinduksiya koeffitsiyenti yoki induktivlik deb ataymiz. Tomson xarakteristik tenglamaning turli ildizlaridagi ushbu tenglamaning yechimlarini tahlil qilar ekan,

$$\alpha'=\left(\frac{1}{CA}-\frac{k^2}{4A^2}\right)^{1/2}$$

kattalik $\left(\frac{1}{CA} > \frac{k^2}{4A^2}\right)$ haqiqiy qiymatga ega bo`lganda, yechim "bosh o`tkazgich o`z zaryadini yo`qotadi, teskari ishorali elektrning kichikroq miqdori bilan zaryadlanadi, yana razryadlanadi, yana birlamchi ishorali elektrning yanada kichikroq miqdori bilan zaryadlanadi, va bu jarayon muvozanat o`rnatilmaguncha cheksiz son marta takrorlanib turishini" ko`rsatishini topadi. Ushbu so`nib boruvchi tebranishlarning siklik chastotasi

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \alpha' .$$

Shunday qilib, tebranishlar davrini quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$T = 2\pi \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{CA} - \frac{k^2}{4A^2}}} .$$

Qarshilikning kichik qiymatlarida Tomsonning mashhur formulasini qo`lga kiritamiz:

$$T = 2\pi\sqrt{AC} .$$

Elektromagnit tebranishlar V.Feddersen (1832 - 1918) tomonidan eksperimental tadqiq qilib chiqilgandi, u leyden bankasining chaqnoq razryadi tasvirini aylanayotgan ko`zguda kuzatib borgan. Ushbu tasvirlarning fotografik tasvirlarini olgan Feddersen "elektr chaqnoqda galma-galdan qarama-qarshi toklar mavjud"ligini aniqlaydi va bitta tebranish vaqti "elektrlashuvchi yuzaning kvadrat ildizi ortishi darajasida ko`payishini", ya`ni, Tomson formulasidan topilganidek, tebranishlar davri sig`imning kvadrat ildiziga proporsional ekanligi kelib chiqadi. Tomson, yuqorida ko`rib chiqilgan "O`tuvchi elektr toklarga doir" ishini 1882 yilda qayta nashr qildirar ekan, unga 1882 yil 11 avgust sanasiga ega izoh bilan ta`minlaydi: "Ushbu 1853 yildagi maqolada ko`rib chiqilgan tebranma elektr razryadning nazariyasi tez orada Feddersen tomonidan bajarilgan elektr chaqnoqning ajoyib fotografik tadqiqoti sifatida qiziqarli namoyishga ega bo`ldi". Undan so`ng Tomson, uning nazariyasi "Berlindagi Gelmgols laboratoriyasida o`ta muhim va ajoyib tarzda bajarilgan eksperimental tadqiqotdan o`tkazildi" deb ko`rsatadi va 1874 yildagi N.N.Shillerning "Elektr tebranishlarning ayrim eksperimental tadqiqotlari" ishiga havola qiladi. Tomson, ushbu tadqiqotning boshqa "sezilarli natijalari" ichida "kuzatiladigan tebranishlarni o`lchashdan ayrim izolyasiyalanuvchi qattiq moddalarining solishtirma induktiv sig`imlari (ya`ni, dielektrik o`tkazuvchanliklari) aniqlanishi bo`ldi" deb qayd etadi.

Shunday qilib, Gersning tadqiqotlari boshlanishiga elektr tebranishlar ham nazariy, ham eksperimental o`rganilib chiqilgan edi. Bu masalaga katta e`tibor bilan qaragan Gers, Karlsruedagi oliy texnika maktabida ishlayotgan chog`ida fizika kabinetida ma`ruzalardagi namoyishlarga mo`ljallangan bir juft induksion g`altakni topib oladi. "Bitta o`ramdan chaqnoqlarni chiqarib olish uchun katta batareyalarni ikkinchisi orqali razryadlashning zarurati yo`qligi meni hayratga soldi, ustiga-ustak, buning uchun chog`roqqina leyden bankalar va, agarda chaqnoq o`tadigan joyini teshib o`taolsa, xatto kichikroq induksion apparatning

chaqnoqlari ham yetarli edi" deb yozadi u. Ushbu g`altaklar bilan eksperimentlar o`tkazgan Gers o`zining birinchi tajribasi g`oyasiga keldi.

Eksperimental o`rnatma va tajribalari haqida Gers 1887 yilda nashr etilgan "Etarlicha tez elektr tebranishlarga doir" maqolasida bayon etadi. Gers bunda "Feddersen kuzatganlaridan taxminan yuz marta tezroq" tebranishlarni generasiya qilish usulini bayon etdi. "Albatta, faqat nazariya yordamida aniqlanadigan ushbu tebranishlarning davri sekundning yuz millionlar ulushida o`lchaladi. Demak, ular davomiyligi jihatidan salmoqli jismlarning tovush tebranishlari bilan efirning yorug`lik tebranishlari orasidagi o`rinni egallaydi" deb yozadi Gers. Lekin uzunligi taxminan 3 metr bo`lgan hech qanday elektromagnit to`lqinlar haqida Gers bu ishida gapirmaydi. Uning bor-yo`g`i qilgan ishi - generator tebranish konturining qabul qilgichni tebranish konturiga 3 metr maksimal masofadan ta`sirini o`rganib turib, elektr tebranishlar generatori va qabul qilgichni yaratishi bo`ldi.

Yaquniy tajribadagi tebranish kontur biri-biridan 3 metr masofada joylashgan hamda mis sim bilan ulangan S va S' o`tkazgichlardan iborat bo`lgan, ularning o`rtasida induksion g`altakning razryadnigi joylashgan. qabul qilgich qisqa tomonlarining birida chaqnoq o`tadigan oraliqqa ega yonlari 80 va 120 sm bo`lgan to`g`ri burchakli konturdan iborat bo`lgan. Generatorning qabul qilgichga induksion ta`siri ana shu oraliqda o`tadigan zaif chaqnoqdan ayon bo`lgan.

Undan so`ng Gers qabul qilgich konturini mis sim bilan ulangan diametri 10 sm bo`lgan ikkita sharcha ko`rinishida yasadi, ularning o`rtasida chaqnoq o`tishi uchun oraliq qoldirilgandi. Tajribaning natijalarini bayon etarkan, Gers: "men o`ylaymanki, bu yerda nazariya uchun juda katta ahamiyatga ega to`g`ri chiziqli tutashmagan toklarning o`zaro ta`siri tajribada ilk bor namoyon qilindi" deb yaqunlardi. Haqiqatdan ham, biz bilishimizcha, aynan tutashmagan zanjirlar ikkita raqib nazariya o`rtasida tanlab olinishiga imkon berdi. Biroq Gers na birinchi ishida, na keyingi uchta ishida ham maksvellcha elektromagnit to`lqinlar haqida gapirmaydi, u ularni xali ko`rayotgani yo`q. U hozircha o`tkazgichlarning "o`zaro ta`siri" haqida gapiradi va bu ta`sirni uzoqdan ta`sirlashish nazariyasi bo`yicha hisoblab chiqmoqda. Bunda Gers foydalangan o`tkazgichlar fanga Gersning vibratori va rezonatori nomi ostida kirib keldi. Rezonator deb o`tkazgichning xususiy tebranishlari bilan mos rezonanslanadigan tebranishlaridan qo`zg`alishi uchun shunday deb nomlanadi.

Keyingi, "Berlin fanlar Akademiyasi protokollari"ga 1887 yil 9 iyunda kelib tushgan "Elektr razryadiga ultrabinafsha yorug`likning ta`siri haqida" sarlavhali ishida Gers u kashf qilgan va keyinchalik fotoelektrik effekt deb nomlangan muhim hodisa haqida bayon qiladi. Bu ajoyib kashfiyot tebranishni detektorlashda Gers qo`llagan usulining nomukammalligi tufayli qilingandi: qabul qilgichda qo`zg`algan chaqnoqlar shunchalik zaif edilarki, ularni kuzatilishini osonlashtirish uchun Gers qabul qilgichni qora futlyarga joylashtirishga qaror qiladi, Biroq, bunda ochiq qonturga nisbatan chaqnoqning maksimal uzunligi ancha kam bo`lib chiqadi. Futlyar devorlarini birma-bir olib tashlagan Gers halaqit berayotgan devor - bu generator chaqnog`iga qagan devor ekanligini payqaydi. Ushbu hodisani batafsil o`rganib chiqqan Gers qabul qilgichdagi chaqnoqli razryadni osonlashtirishning sababi - generator chaqnog`ining ultrabinafsha yog`dulanishi

ekanligini aniqlaydi. Shunday qilib, Gersning o`zi yozishicha, butunlay tasodifan, tadqiqot maqsadiga bevosita hech qanday aloqasi bo`lmagan muhim fakt kashf qilindi. Bu fakt zudlik bilan bir qator tadqiqotchilarning, shu jumladan, ushbu yangi effektni ayniqsa batafsil o`rganib, unga aktinoelektrik effekt nomini bergan Moskva universitetining professori A.G.Stoletovning ham e`tiborini tortdi.

A.G.Stoletov. Aleksandr Grigoryevich Stoletov 1839 yil 10 avgustda Vladimir shahrida savdogar oilasida tug`ildi. Vladimir gimnaziyasini tugatgandan so`ng Stoletov Moskva universitetining fizika-matematika fakulòetiga o`qishga kiradi, o`qishi tugaganda esa, o`qituvchilik faoliyatiga tayyorgarlik ko`rishi uchun u yerda qoldiriladi. 1862 yildan 1865 yilgacha Stoletov chet elda xizmat safarida bo`ldi, bu vaqtda u Germaniyaning ko`zga ko`ringan olimlari Kirxgof, Magnus va boshqalar bilan tanishadi. 1866 yili Stoletov universitetining o`qituvchisi bo`lib oladi va matematik fizika kursini o`qiydi. 1869 yili u "Elektrostatikaning umumiy masalasi va uni eng sodda holga keltirish" magisterlik dissertasiyasini himoya qiladi, undan so`ng esa universitet dotsenti lavozimida tasdiqlanadi.

1872 yilda "Yumshoq temir magnitlanish funksiyasiga doir tadqiqoti" doktorlik dissertasiyasini himoya qilgandan so`ng Stoletov Moskva universitetining ekstraordinar professori lavozimida tasdiqlanadi va ko`pgina rus fiziklarni tayyorlagan fizika laboratoriyasini tashkil etadi. Ana shu laboratoriyada 1888 yili Stoletov o`zining aktinoelektrik tadqiqotlarini boshlab yuboradi.

Gers ultrabinafsha yorug`likning elektr razryadga ta`siri haqidagi maqolasida ultrabinafsha nurlanish induktoriy va shunga o`xshash razryadniklarning chaqnoq o`tuvchi oralig`ini oshirishi xususiyatini ko`rsatadi. "Bunday razryadlarda o`zining ta`sirini namoyon etish sharoitlari juda murakkabdir va uning ta`sirini nisbatan soddaroq sharoitlarda, masalan, induktoriyalarni olib tashlagan holda sinab ko`rish maqsadga muvofiq bo`lardi" deb yozadi Gers. Izohda u, "shunchalik kam tushunarli bo`lgan chaqnoqli razryadning jarayonini nisbatan soddaroq harakat bilan" almashtirishda boshqa sharoitni topaolmaganini ko`rsatib o`tadi. Buning uddasidan faqatgina G.Galvaks (1859 - 1922) uddasidan chiqaoldi. Lekin Galvaks, shuningdek Videman va Ebertlar Gers kabi yuqori kuchlanishli elektr chaqnoqlarga yorug`likning ta`sirini o`rganishardi.

Stoletov, "zaif potensialli elektrda ham xuddi shunday ta`sir hosil bo`lishini" tadqiq o`tkazib ko`rishga qaror qildi. Bunday usulning afzalliklariga ishra qilgan Stoletov davom ettiradi: "Mening urinishim kutganimdan ham a`lo natijani berdi. Dastlabki tajribalar taxminan 1888 yilning 20 fevralida boshlanib, ... 1888 yil 21 iyuniga qadar uzluksiz davom etdi". Tadqiq qilinayotgan hodisani aktinoelektrik hodisa deb nomlagan Stoletov ushbu yo`nalishdagi tajribalarni 1888 yilning ikkinchi yarmisida ham, 1889 yilda ham davom ettirganini va ular butunlay tugatilmagan deb hisoblayotganini ma`lum qiladi.

Fotoeffektni (Stoletov terminini sitib chiqargan termin) olish uchun Stoletov zamonaviy fotoelementlarning ajdodi bo`lmish o`rnatmadan foydalangan. Ikkita metall disk (ularni Stoletov goh "armaturalar", goh "elektrodlar" deb nomlagan) - bittasi metall to`rdan, ikkinchisi yahlit metalldan yasalgan bo`lib, ular batareya zanjiriga kondensator hosil qilgan holda galvanometr orqali galvanik batareya

qutblariga ulangan. To`rli disk oldida yorug`ligi to`rdan o`tib metall diskga tushadigan qilib elektr yoyli fonar joylashtirilgan.

"Dastlabki tajribalardayoq ... men, nafaqat 100 elementdan iborat batareya..., balki, undan ancha kichikrog`i ham disklar yoritilganda galvanometrda, shubhasiz, tok hosil qilinishiga amin bo`ldim, bunda yahlit (orqadagi) disk uning manfiy, to`rli (oldidagi) esa musbat qutbi bilan ulangan bo`lishi shart".

Mana shunday sodda va sof holda fotoelektrik hodisasi namoyon etilgandi. Aynan Stoletov bu hodisani elektr razryadning muraqqab munosabatlarining chalkashliklaridan olib chiqdi, ilk bor fotoelementning sodda konstruksiyasini o`ylab topdi va shu bilan fotoeffektni samarali o`rganishga asos soldi. Stoletov ilk bor aniq-tiniq effektning unipolyarligini (yakka qutbligi) ko`rsatdi: "Men tadqiqotlarimning boshlaridayoq aktinoelektrik ta`sirining unipolyarligi, ya`ni, musbat zaryadlarning nurlarga sezgir emasligi fikrida qat`iy turgan edim". U, shuningdek, ta`sirning inersiyasizligini isbotlab berdi: "Aktinoelektr tok nurlar ekran bilan to`silganda shu zahotiyoq (deyarli shu onda) tugaydi"; fotoeffekt yoritilgan elektrod orqali "aktiv nurlar yutilishi bilan bog`liq"ligini ko`rsatdi: "Nurlar manfiy zaryadlangan yuza bilan yutilishi kerak, Ravshanki, bu yerda elektrodning eng ustki, aynan elektr zaryad o`tiradigan qatlamidagi yutilishi muhim".

Elektrod yoritilgandan so`ng tok paydo bo`lguncha o`tadigan vaqtni tadqiq qilar ekan (bu eng qiyin va eng ishonchsiz edi), Stoletov topadiki, bu vaqt "juda qisqa, boshqacharoq aytiladigan bo`lsa, nurlar ta`siri deyarli shu ondayoq boshlanadi deb hisoblasa bo`ladi". "Amalda, tok yoritilish bilan birga paydo bo`ladi va yo`qoladi". Stoletov, shuningdek, fototokning kuchlanishga bog`lanishi chiziqiy emasligini ham topadi: "Tok elektr yurituvchi kuchga faqat oxirgining eng kichik qiymatlaridagina taxminan proporsionaldir, undan so`ng, u ortishi bilan tok ham ortib boradi, lekin ortib borishi sekinroq kechadi".

Shunday qilib, Stoletov fotoeffektni ancha batafsil va to`la tadqiq qilib chiqdi. U hodisaning tabiatini yaqqol ko`raoldi, biroq, elektronlar kashf qilingunga qadar u, tabiiyki, haqiqiy mohiyatini, ya`ni, yorug`lik elektronlarni yulqib chiqishini ochaolmas edi. Eng ajablanarli narsa shundaki, xulosalarining eng birinchi bandida u: "Manfiy zaryadlangan jismning sirtiga tushgan Volta yoyining nurlari undan zaryadni olib ketadi" deb yozadi.

Stoletovning nomi fotoelektrik effekt kashf qilganlarining birinchi nomlari qatorida zarhal harflar bilan yozilgan.

1890 yilda Stoletov o`zining tadqiqotlarini davom ettirdi. Yangi tajribalarning natijalari "Siyraklashgan gazlarda aktinoelektrik hodisalar" maqolasida e`lon qilindi. Bu yerda Stoletov fotoelementidagi gaz bosimining ahamiyatini o`rganib chiqdi. U, gaz bosimi kamaytirilganda tok avvaliga sekinlik bilan ortib borishini, undan so`ng tezlashadi, va nihoyat, qandaydir bosimda maksimumga erishadi, bu bosimni Stoletov kritik bosim deb nomladi va p_m orqali belgiladi. Kritik bosimga erishilgandan so`ng tok chekli chegaragacha tushib, kamayib boradi. Stoletov kritik bosimni kondensator zaryadi bilan bog`lab turuvchi qonunni topadi. "Kritik bosim kondensator zaryadiga proporsionaldir,

boshqacha aytadigan bo`lsak, $\frac{p_m l}{E} = const$». Ushbu qonun gaz razryadi fizikasiga Stoletov qonuni nomi ostida kirib keldi.

Aktinoelektrik tadqiqotlardan so`ng yuqorida ko`rib chiqilgan Stoletovning kritik holatga doir maqolalari paydo bo`ldi.

Har tomonlama ilmiy qiziqishlarga ega olim, rus fiziklarning peshqadami, chet ellarda rus fanining munosib vakili, rus universitetlarining kafedralarini egallagan fiziklarning bir qator namoyondalarini tarbiyalab voyaga yetkazgan Stoletov Peterburg fanlar akademiyasi a`zoligiga nomzod etib tayinlangandi. Ammo akademiya prezidenti buyuk knyaz K.K.Romanov Stoletov nomzodini olib tashladi. Stoletov o`rniga bundan avval dissertasiyasi Stoletov tomonidan qattiq tanqid qilingan yosh fizik B.B.Golitsin tayinlandi. Bu munosabatdan Stoletov qattiq iztirob chekkandi, va bu narsa uning o`limini yaqinlashtirgan bo`lishi mumkin, u 1896 yil 15 mayda olamdan o`tadi.

Elektromagnit to`lqinlarning kashf qilinishi

Biroq, Gersga qaytaylik. Biz avval ko`rganimizdek, Gers o`zining dastlabki ishida tez elektr tebranishlarni olishga muvaffaq bo`ldi va rezonans paytida ayniqsa kuchli bo`lgan vibratorning qabul qiluvchi konturga ta`sirini o`rganib chiqdi. "Tokning ta`siri haqida" ishida Gers hodisalarni kattaroq masofada o`rganishga kirishdi, bunda u ishlaydigan auditoriyaning uzunligi 14 m, egni 12 m ni tashkil qilgandi. U, qabul qilgichning vibratordan masofasi 1 metrdan kam bo`lgan holda elektr kuchining taqsimlanish xarakteri dipolnikiga o`xshab ketishini va masofa kubiga teskari proporsional kamayishini topadi. Ammo, 3 m dan ortiq masofalarda maydonning kamayishi sekinlashadi va bu sekinlashishi turli yo`nalishlarda bir xil emas. Vibrator o`qi yo`nalishidagi ta`sir o`qqa perpendikulyar holdagiga nisbatan ancha jadalroq kamayib, 4 m masofada sezilar-sezilmas darajaga kelar, perpendikulyar yo`nalishda esa u 12 m dan ziyodroq masofalarga yetardi. Bu natija uzoqdan ta`sirlashishning barcha qonunlariga zid kelardi. Gers o`zining vibratori to`lqinli zonasida tadqiqotlarini davom ettirdi, uning maydonini u nazariy jihatdan keyinroq hisoblab chiqdi. Keyingi bir qator ishlarida Gers chekli tezlik bilan tarqaluvchi elektromagnit to`lqinlarining mavjudligini inkor etib bo`lmaydigan darajada isbotlaydi. "Elektr tebranishlarga doir men o`tkazgan tajribalarimning natijalari ko`rsatishicha, elektrodinamikaning barcha nazariyalari ichida Maksvell nazariyasi afzallikga ega ekanligini ko`rsatdi" deb yozadi Gers o`zining 1889 yildagi maqolasida.

Gers, Maksvell nazariyasi asosida o`zining vibratori ("Gers ossillyatori") nurlanishini nazariy qilishga kirishadi. "Maksvellcha nazariya asosida ko`rilgan elektr tebranishlarining kuchlari" maqolasida aynan shu tahlilning natijalari mujassamlashgan. Bunda Gers Maksvell tenglamalarini Maksvellnikidan farqlanuvchi shaklda, ya`ni, ikkita "triplet" ko`rinishida yozib chiqadi:

$$\begin{cases} A\dfrac{dL}{dt} = \dfrac{dZ}{dy} - \dfrac{dY}{dz} \\ A\dfrac{dM}{dt} = \dfrac{dX}{dz} - \dfrac{dZ}{dx} \\ A\dfrac{dN}{dt} = \dfrac{dY}{dx} - \dfrac{dX}{dy} \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} A\dfrac{dX}{dt} = \dfrac{dM}{dz} - \dfrac{dN}{dy} \\ A\dfrac{dY}{dt} = \dfrac{dN}{dx} - \dfrac{dL}{dz} \\ A\dfrac{dZ}{dt} = \dfrac{dL}{dy} - \dfrac{dM}{dx} \end{cases} \quad (2)$$

Ushbu tenglamalar zamonaviy yozuvidan belgilanishlari bilan farqlanadi. Gers-Maksvellcha $\frac{d}{d}$ o`rniga biz hozirda $\frac{\partial}{\partial}$; $A$ o`rniga $\frac{1}{c}$; X, Y, Z o`rniga $E_x$, $E_y$, $E_z$; $L$, $M$, $N$ o`rniga H_x, H_y, H_z deb yozamiz va komponentalar bo`yicha yoyib yozish o`rniga ixcham vektor ko`rinishini beramiz:

$$rot\vec{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial \vec{H}}{\partial t}, \quad rot\vec{H} = \frac{1}{c}\frac{\partial \vec{E}}{\partial t}.$$

(1) va (2) tenglamalarga Gers (koordinata boshlaridan tashqari, bu yerda Gers vaqt bo`yicha o`zgaruvchan elektr momenti El sin nt ga ega dipolni joylashtiradi) zaryad va toklar yo`qligini ifodalovchi tenglamalarni qo`shadi:

$$\frac{dL}{dx} + \frac{dM}{dy} + \frac{dN}{dz} = 0, \quad (3)$$

$$\frac{dX}{dx} + \frac{dY}{dy} + \frac{dZ}{dz} = 0, \quad (4)$$

yoki zamonaviy vektor shaklda:

$$div\vec{H} = 0, \quad div\vec{E} = 0.$$

Undan so`ng Gers elektr va magnit energiyalari uchun ifodalarini yozadi:

$$\frac{1}{8\pi}\int\left(X^2 + Y^2 + Z^2\right)d\tau,$$

$$\frac{1}{8\pi}\int\left(L^2 + M^2 + N^2\right)d\tau$$

va Maksvell tenglamalaridan energiya oqimiga doir Poyntingning teoremasini chiqaradi, uni u "juda yuqori darajada ajoyib" deb ataydi. Elektrodinamikaning zamonaviy darsliklarida elektromagnit nazariyaning fundamental tenglamalari, yuqorida aytilgan belgilanishlaridan tashqari, Gers yozuvi shaklida berilgan. Hozirda Gers ishlatgan birliklarning gauss sistemasi o`rniga ko`proq SI

sistemasidan foydalaniladi. Gers tenglamalarini "Gers vektori" nomini olgan yordamchi funksiyani kiritgan holda yechgan, uni Gersning o`zi quyidagi shaklda yozgan:

$$\Pi = El\,\frac{\sin(mr - nt)}{r},$$

bu yerda E – dipol zaryadi, l – uning uzunligi, $m = \frac{\pi}{\lambda}$, $n = \frac{\pi}{T}$.

Gers tomonidan olingan yechim vibrator yaqinida dipolning elektrostatik maydoni va tok elementining magnit maydoni tasavvurlarini Bio - Savar qonuniga mos kelgan manzarasini beradi. Ammo, uzoq masofalarda hosil bo`lgan to`lqinli maydonning kuchlanganligi masofaga teskari proporsional ravishda kamayib boradi, elektr va magnit kuchlari radius-vektorga perpendikulyar va radius-vektor bilan dipol o`qi yo`nalishlari tashkil etgan burchak sinusiga proporsionaldir. Turli vaqt momentlari uchun ushbu to`lqinli zonadagi maydonni Gers kuch chiziqlari manzarasi yordamida tasvirlab berdi. Gersning bu tasvirlari elektrga doir barcha darsliklariga kiritilgan.

Bu maydon fazoda yorug`lik tezligi $c = \frac{1}{A}$ bilan tarqaladi, bunda o`qi yo`nalishida dipol nurlantirmaydi. Maksimal nurlanish dipolning o`qiga perpendikulyar ekvatorial yo`nalishda chiqadi. Gersning bu hisob-kitoblari antennalar nurlanishi nazariyasi va atom hamda molekulalar nurlanishi klassik nazariyalariga asos bo`ldi.

Shunday qilib, Gers o`zining tadqiqotlari jarayonida butkul va so`zsiz Maksvell nuqtai nazarini qabul qildi, tenglamalarini qulay ko`rinishga keltirdi, Maksvell nazariyasini elektromagnit nurlanish nazariyasi bilan to`ldirdi. Gers eksperimental tarzda Maksvell nazariyasi bashorat qilgan elektromagnit to`lqinlarni qo`lga kiritdi va ular yorug`lik to`lqinlariga o`xshashligini ko`rsatib berdi. "Berlin fanlar Akademiyasi protokollari"ga 1888 yil 13 dekabrda joylashtirilgan "Elektr kuch nurlari haqida" ishida Gers elektromagnit to`lqinlarining tarqalishiga, qutblanishiga, akslanishiga, sinishiga doir o`tkazgan o`zining tajribalarini bayon etadi. Bu to`lqinlar bilan tajribalar o`tkazish uchun Gers ko`zgularni (Gers ko`zgulari), qattiq saqich (asfalt)dan asosi 1,2 m, balandligi 1,5 m, sinish burchagi 30° ni tashkil etgan prizmani yasadi. Barcha bu tajribalar elektromagnit va yorug`lik to`lqinlarining to`liq o`xshashligini ko`rsatdi. 1891 yilda "Elektr kuch tarqalishiga doir tadqiqotlar" umumiy sarlavhasi ostida maqolalar to`plamini nashrga tayyorlar ekan, Gers kirish maqolasini yozadi, bunda u tadqiqotlarining tarixini va mazmunini batafsil yoritib berdi. Eksperimental ishlari obzorini u quyidagi so`zlar bilan tugatadi: "Ushbu ishlarning maqsadi Faradey - Maksvell nazariyasidagi asosiy gipotezalarini tekshirishdan iborat edi, tajribalarning natijalari esa, ushbu nazariyani asosiy gipotezalarining tasdig`i bo`ldi".

1889 yilda nemis tabiatshunos va shifokorlarning 62-chi yig`inida Gers "Yorug`lik bilan elektr orasidagi mutanosibligi haqida" ma`ruzasini o`qidi. Bu yerda u quyidagi so`zlar bilan o`zining tajribalariga xulosa yasaydi: "Barcha bu tajribalar tamoyili oddiy bo`lishiga qaramay, ular o`ta muhim xulosalarga keltiradi.

Ular, elektr kuchlar fazoni soniyada sakrab o`tadi deb hisoblaydigan barcha nazariyalarni vayron qiladi. Ular Maksvell nazariyasining yorqin g`alabasini bildiradi... Yorug`likga bo`lgan bu nuqtai nazar qanchalik ishonchsiz bo`lib tuyulsa, hozirda bu nuqtai nazarni qabul qilmaslik shunchalik mushkuldir".

Gersning tajribalari ulkan rezonansga ega bo`ldi. "Elektr kuchlar nurlari haqida" ishida bayon etilgan tajribalar, ayniqsa, katta e`tiborga loyiq bo`ldi. O`zining "Elektr kuchning tarqalishiga doir tadqiqotlar" kitobidagi "Kirish"ida Gers quyidagicha yozadi: "Botiq ko`zgular bilan o`tkazilgan ushbu tajribalar tezda e`tiborlarni o`ziga qaratdi, ular tez-tez takrorlandi va tasdiklandilar. Ular men kutganimdan ham yuqoriroq ijobiy baholandilar".

Gers tajribalarining ko`psonli takrorlanishlari ichida rus fizik P.N.Lebedevning tajribalari alohida o`rin tutadi, ular 1895 yili, ya`ni, Gersning vafotiga bir yil to`lganda nashrdan chiqqandi. Gers usulini takomillashtirgan P.N.Lebedev eng qisqa elektromagnit to`lqinlarni qo`lga kiritdi va ular bilan Gers o`zining nisbatan uzun to`lqinlari bilan bajaraolmagan qo`shaloq nur sinishga doir tajribalarini o`tkazdi. Lebedevning "Elektr kuch nurlarining qo`shaloq sinishi haqida" maqolasi bir vaqtning o`zida ham rus, ham nemis tilda paydo bo`ldi. Nemis tildagisi Gers ham o`z maqolalarini chop ettiradigan Videmanning "Annalen der Physik"da bosilib chiqdi. Ushbu maqolaning boshida Lebedev qisqagina qilib uning maqsadi va mazmunini yoritadi: "Gers bizga yorug`likning elektromagnit nazariyasini tajribada tekshirib ko`rishga usullarini berib, bu bilan tadqiqot uchun o`lchab bo`lmas darajada katta sohani kashf etgandan so`ng, tabiiyki, uning tajribalarini ilmiy izlanishlar uchun qulayroq bo`lgan kichikroq masshtabda bajarishga extiyoj sezildi...".

Shunday qilib, Lebedev radiofizika va radiotexnika paydo bo`lish davridayoq elektromagnit to`lqinlarni nurlantiruvchi va tadqiq qiluvchi asboblarni kichraytirishni o`ziga maqsad qilib qo`ydi va bu bilan ushbu sohadagi ixtirochilik fikrining zamonaviy yo`nalishini belgilab bergandek bo`ldi. Lebedevning asboblari shunchalik kichik ediki, 1894 yilda qisqa to`lqinlarni olish usulini qayta ishlab chiqqan italÿn fizik Augusto Rigi (1850 - 1920) iborasi bilan aytiladigan bo`lsa, ularni nimcha cho`ntagida ham olib yurish mumkin edi. Lebedevning generatori har biri uzunligi 1,3 mm va diametri 0,5 mm dan bo`lgan va orasidan chaqnoq o`tuvchi ikkita platinali silindrdan iborat edi. Lebedevning ko`zgulari balandligi 20 mm, tuynugi 12 mm, fokus masofasi 6 mm ga ega bo`lgan. Tadqiqotlar uchun Lebedev balandligi 1,8 sm, egni 1,2 sm va og`irligi 2 g bo`lgan ebonit prizmadan foydalangan, taqqoslash uchun Gersning prizmasi og`irligi 600 kg bo`lganligini aytib o`tish joizdir. Oltingugurtdan romb shaklida yasalgan qo`shaloq sindiruvchi prizmalar ham shunday kichik bo`lgan. To`lqinlarni kuzatish uchun Lebedev termoelementdan foydalangan.

Lebedev o`zining ishi bilan elektromagnit to`lqinlarning uzunligini uzun infraqizil to`lqinlar bilan tutashmaguncha qisqartirish yo`lidan borishni maqsad qilib qo`ygan. Infraqizil to`lqinlarni tadqiqoti bilan shug`ullanib yurgan nemis fizik Rubens (1865 - 1922) ni yig`inlardan birida uchratib qolgan Lebedev hazil tariqasida efirda uchrashishlari xohishini bildiradi. Bu istak 20-chi yillarda rus

olima ayollar A.A.Glagoleva-Arkadyeva va M.A.Levitskayalar tomonidan amalga oshirildi.

P.N.Lebedev, birinchidan, Maksvell nazariyasi pozitsiyalarini mustahkamladi, ikkinchidan, Maksvell tomonidan bashorat qilingan yorug`likning bosimini ilk bor o`lchadi va u Maksvell qo`lga kiritgan nazariy qiymati bilan mos tushishini ko`rsatdi.

Petr Nikolaevich Lebedev 1866 yil 8 martda savdogar oilasida tug`iladi. "O`zimning maktab yoshimdagi ma`lumotimni men Petropavlovskdagi Yevangeliya cherkov bilim yurtida hamda Xaynovskiyning Real bilim yurtida oldim... 1884 yil sentyabridan 1887 yil martiga qadar Moskva oliy texnika bilim yurtiga qatnadim.

Fizikani o`rganish maqsadida men 1887 yil oktyabridan 1889 yil avgustigacha Strasburgda o`qidim, 1889-90 yilning qishki semestrini Berlinda, 1890 yil pasxasidan 1891 yil iyuliga qadar yana Strasburgda bo`ldim" deb yozadi Lebedev strasburglik dissertasiyasiga ilova qilingan o`zinig "Hayot yo`li bayoni"da. Lebedevning Strasburgdagi ustozi mashhur fizik Avgust Kundt (1839 - 1894) bo`lgan, Lebedev uni chin dildan tan olgan va qattiq xurmat qilgan. Lebedev Kundtga uning vafotidan so`ng samimiy nekrolog bag`ishlagan, bunda uni "nafaqat oliy darajali olim", balki "o`zining sevimli fani kelajagi haqida qayg`uradigan va uning bo`lajak namoyondalariga ta`lim va tarbiya beruvchıı taqqoslab bo`lmas ustoz" deb ta`riflaydi.

Strasburgda "Bug`larning dielektrik doimiylarini o`lchash va dielektriklarning Mossoti - Klauzius nazariyasi haqida" dissertasiyasini himoya qilgandan so`ng Lebedev Rossiyaga qaytadi va Moskva universitetida Stoletov qo`li ostida laborant lavozimida ishlay boshladi. Strasburgdagi oxirgi chiqishi bilan Moskvadagi birinchi bosma ishi o`rtasida "Nurlantiruvchi jismlarning itarishish kuchi haqida" deb nomlangan kichi lavha yozilgan. U quyidagi so`zlar bilan boshlangandi: "Maxwell ko`rsatishicha, yutuvchi jismga tushayotgan yorug`lik yoki issiqlik nuri unga tushish yo`nalishida mexanik bosimni hosil qiladi; bosayotgan bu kuch *p* ning kattaligini

$$p = \frac{E}{V} \qquad (1)$$

ko`rinishda ifodalash mumkin, bu yerda *E* – yutuvchi jismga vaqt birligida tushayotgan energiya, *V* – jism joylashgan muhitdagi nur tezligi".

Shunday qilib, P.N.Lebedevning rus tilda bosilgan birinchi maqolasi yorug`lik bosimi mavjudligiga ishorasi bilan boshlangan. Lebedevning oxirgi, tugatilmay qolib ketgan maqolasi ham yorug`lik bosimiga bag`ishlangandi. Yorug`lik bosimini tadqiq qilish Pyotr Nikolaevich butun hayotini bag`ishlagan ishi bo`ldi.

Nurlantiruvchi jismlarning itarishish kuchi haqidagi lavhada Lebedev, quyosh tomonidan tortishish kuchi ta`siridagi jismning kichik o`lchamlarida u quyosh nurlarining itarishish kuchi bosimi bilan tenglashishi mumkinligini ko`rsatadi. Lebedev "... Radiusi millimetrnitп bir ulushidan oshmagan changlar, 0° S da dunyo fazosida itarishishning shunday kuchi bilan ta`sirlashadilarki, uning tartibi Nyutoncha tortishish kuchlari tartibidan million marta kuchli bo`ladi" deb

yozadi. Ammo molekulalar uchun, Lebedev ko`rsatishicha, olib borilgan hisob-kitoblarni qo`llab bo`lmaydi. "Molekulalarning o`zaro ta`sirlashuviga nisbatan murakkabroq hol, rezonatorlarning biri-biriga ta`sirlashuvidek qaralmog`i lozim".

Ushbu "nisbatan murakkabroq hol"ni tadqiqotiga Lebedev o`zining "Rezonatorlarga to`lqinlarni ponderomotor ta`sirining eksperimental tadqiqoti" doktorlik dissertasiyasini bag`ishladi. Ushbu dissertasiya Lebedevning ancha vaqti va kuchini egalladi. U mavzu ustida ishini 1894 yili boshladi, unda elektromagnit to`lqinlar ta`siriga bag`ishlangan ishining birinchi qismi chiqqandi. 1896 yilda gidrodinamik to`lqinlar ta`siriga bag`ishlangan maqolasi, 1899 yili akustik to`lqinlar ta`sirini bayon etuvchi maqola bosilib chiqdi. 1899 yilda Lebedev alohida broshyura ko`rinishida uchchala maqolani to`plab, unga maxsus "Kirish" qismini qo`shib, bosmadan chiqaradi. 1900 yili magisterlik dissertasiya sifatida taqdim etilgan ushbu ishi uchun Lebedevga, magisterlik darajasini sakrab o`tib, doktorlik darajasini berishadi. Bu fakultet tomonidan mehnatining yuqori baholanishi bo`ldi.

Lebedev "Kirish"ni "tadqiq uchun hodisalarning chamalab bo`lmaydigan sohasini ochib bergan" Gersning "dohiyona ishlari"ni hotirlashdan boshlaydi. Lebedev Gersning ishlari elektromagnit nurlanish manbalarining o`rganishiga qaratilgani, va binobarin, "zamonaviy fizikaning eng murakkab masalalaridan biriga - molekulyar kuchlar haqidagi ta`limotga olib kelishini" ko`rsatadi. "... Biz, ikkita vibrator orasidagi elektromagnit to`lqinlar qo`zg`algani kabi, ikkita nurlantiruvchi molekulalar orasida ponderomotor kuchlar mavjuddir, deb ta`kidlab o`tishimiz lozim...".

Lebedev, ushbu kuchlarni tadqiq qilish maqsadida tebranuvchi sistemaga to`lqinlarning ta`sirini o`rganadi. Bunday sistema - rezonator - molekulaning modeliga namuna bo`laoladi. Elektromagnit to`lqinlarning rezonatorga ta`sirini o`rgana turib, Lebedev alohida to`lqinlarning magnit va elektr vektorlarining ta`sirlarini tadqiq qiladi.

Tushayotgan to`lqinning magnit vektori bilan qo`zg`aluvchi magnit ossillyator kumush suvi yuritilgan simning to`rtta o`ramidan iborat mitti g`altak va unga kvadrant elektrometr "qatlamlari" ko`rinishida kesilgan hamda kondensatorni tashkil etgan ikkita plastinka ulangan ko`rinishidagi sistema (qurilma) bo`lgan. Barcha sistema sezgir osmaga ilintirib qo`yilgan.

Elektr rezonator kumush suvi yuritilgan simdan qilingan o`zinduksiya g`altakdan iborat bo`lib, unga alohida alyumin tasmalardan yig`ilgan ikkita silindrik kvadrantdan tashkil topgan, g`altak shunday qilib osib qo`yilganki, unga magnit vektor uning tutashuviga yo`l qo`ymay, faqat elektr kuchlar kondensator zaryadlariga ta`sir etaoladigan holda osib qo`yilgan.

Lebedev, magnit va elektr rezonatorlarga to`lqinlarning ponderomotor ta`siri qonunlari o`xshashligini ko`rsatdi. Agar rezonatorning tebranish chastotasi tushayotgan to`lqin chastotasidan (vibrator chastotasi) yuqori bo`lsa, unda u vibratorga tortiladi, quyi chastotaga sozlangan rezonator itariladi. Rezonansdan o`tayotganda tortishish itarishish bilan almashadi.

Lebedev, undan so`ng, mos keluvchi vibrator orqali qo`zg`atilgan gidrodinamik to`lqinlarning po`lat prujinaga mahkamlangan sharikdan iborat gidrodinamik rezonatorga ta`sirini o`rganadi.

Bu yerda ham u rezonatorning chastotasi vibrator chastotasidan yuqori bo`lgan holda tortilishini va teskari holda itarishishni hamda rezonansdan o`tishda tortishish itarishish bilan almashinishini kuzatdi. Tadqiqotining oxirgi qismida Lebedev akustik to`lqinlarga murojaat qiladi. Bu yerda ham vibrator va rezonator chastotalari munosabatiga qarab tortishish va itarishish kuzatildi, biroq ular faqat vibratorning bevosita yaqinida sodir etilardi. Rezonatorgacha masofa ortgan sari tortishish kuchlari zaiflashib boradi va yetarlicha katta masofada butkul yo`qoladi, itarishish kuchlarigina qolib, ular rezonans holda maksimal qiymatga erishadi.

Lebedev, bunchalik turli bo`lib ko`ringan hodisalardagi ponderomotor kuchlarining aynan o`xshashligi bu hodisalarning elementar qonunlari to`lqinlar tabiatiga va ularni qabul qiluvchi rezonatorlarga bog`lanmagan bo`lishi kerak deb hisoblaydi. Bundan, ushbu qonunlarni molekulyar nurlanish va molekulalar o`zaro ta`sirlashish sohalariga tadbiq etish extimol mumkinligi kelib chiqadi. Ammo, "molekula-rezonator xossalari haqida biror aniq fikr yuritishga hech qanday ma`lumot yo`q" deb ko`rsatadi Lebedev.

P.N.Lebedevning eng muhim yutuqlaridan bu unga olamshumul shuhratini keltirgan yorug`lik bosimiga doir klassik tajribalari bo`ldi. qattiq jismlarga yorug`lik bosimini o`lchashga doir ishining dastlabki xabarini Lebedev 1899 yilda berdi. O`zining tajribalari haqidagi ma`ruzani u Parijda 1900 yilda bo`lib o`tgan Butundunyo fiziklar kongressida qildi. Ishning o`zi "Yorug`lik bosimini tajribalardagi tadqiqoti" sarlavhasi ostida 1901 yilda nemis tilda "Annalen der Physik" jurnalida hamda uning qisqartirilgan bayoni rus tilidagi JRFXO (Rus fizika va kimyo jamiyati jurnali) da bosildi. Ushbu ish juda ko`p marta darslik, maqola va kitoblarda bayon etilgan, faqat nemis "Fortschritte der Physik" referativ jurnali uchun Lebedevning o`zi yozgan qisqa referati bilan kifoyalanib qolamiz: "... Muallif yuqori vakuumda joylashgan va platina qorakuyasi bilan yuritilgan yutuvchi hamda akslantiruvchi (alyuminiy, platina, nikel, slyuda) qanotchalariga turli: oq, qizil va ko`k rangli yorug`liklar hosil qiluvchi ponderomotor kuchlarining ta`sirini o`rgandi.

Tajribalar uch xil turli asboblar va ikki xil turli kalorimetrlar bilan o`tkazildi; ular o`nta mustaqil guruhga taksimlangan bo`lib, olingan natijalar quyidagilardan iborat:

1. Yorug`lik nurlarining tushayotgan dastasi ham yutuvchi, ham akslantiruvchi jismlarga bosim hosil qilib ta`sir etadi; bu ponderomotor ta`sir qizish natijasida hosil bo`ladigan ma`lum ikkilamchi kruks kuchlariga ham, konveksiya hodisalariga ham bog`liq emas.
2. Yorug`lik bosimini hosil qiluvchi ushbu kuchlar tushayotgan energiya miqdoriga to`g`ri proporsional va yorug`lik nurlarining rangiga bog`liq emas.
3. Yorug`lik bosimining ushbu kuchlari kuzatuvlar xatoliklari chegarasida miqdoriy jihatdan Maksvell va Bartoli hisoblab chiqqan nurlanishning ponderomotor kuchlari bilan to`liq mos tushadi.

Shunday qilib, Maksvell va Bartoli bashorat qilgan yorug`lik nurlarining bosim kuchlari mavjudligi eksperimental tarzda isbotlandi".

Bu yerda Lebedev tilga olgan italÿn fizik Adolfo Bartoli (1851 - 1896) 1876 yilda termodinamik tasavvurlardan kelib chiqqan holda yorug`lik bosimi mavjudligini asoslab bergandi. O`zining so`nggi "Yorug`lik bosimi" maqolasida Lebedev Bartoli isbotiga alohida bir paragrafni bag`ishlashini niyat qilib qo`ygandi. Bu paragraf P.P.Lazarev tomonidan yozildi.

Lebedevning natijasi ulkan taassurot qoldirdi. V.Tomson (lord Kelvin) keyinchalik K.A.Timiryazevga, Maksvell bilan umrbod aynan o`sha yorug`lik bosimi tufayli kelishib kelmaganini va endi Lebedev uning nohaqligini bo`yniga olishga majbur qilganini tan olib gapirgan ekan.

Bundan o`n yil oldin Stoletov qo`li ostida laborantdek kamsuqum lavozimida ish boshlagan Lebedev, 1901 yilda Moskva universitetining professori bo`ladi. Endi u butun dunyoga tanilgan olim, uning qo`li ostida o`nlab shog`irdlar ishlaydi. Lebedev maktabidan o`z navbatida o`zining maktabini yaratgan akademik P.P.Lazarev, SSSR Fanlar Akademiyasi korrespondent a`zosi, magnetolog va radiofiziklar maktabini tashkil qilgan V.K. Arkadyevlar chiqqan. A.B.Molodzeevskiy, T.P.Kraves, K.P.Yakovlev, V.D.Zernov, N.E.Uspenskiy, R.A.Kolli, V.I.Romanov, A.K.Timiryazev, N.A.Kapsov va ko`pgina boshqalar Lebedevning shog`irdlari bo`lgan.

Lebedev va uning shog`irdlari olib borgan tadqiqotlarining boshlanishlarida Stoletov davridayoq jihozlangan va ilmiy izlanishlar uchun noqulay bo`lgan umumiy praktikum laboratoriyalarida bajarilgan. Asboblar yetishmasdi. Laboratoriya extiyojlariga ajratiladigan mablag` juda kichik edi. Praktikumdagi mashg`ulotlar tugagandan so`ng, soat uchlardan keyin ishni boshlashardi. Shu tufayli har doim Lebedev tadqiqot ishlari uchun sharoitlarni yaxshilashga qaratilgan kurash olib borishga to`g`ri kelardi, bu esa juda ko`p vaqt va kuchni olardi.

1903 yilda Fizika instituti yaratilishi munosabati bilan tadqiqotlar uchun sharoit bir muncha yaxshilandi. Bu yerda ikkinchi qavatida Lebedev laboratoriyasi uchun ikkita katta xona va Lebedevning yosh shog`irdlari tadqiqotlar o`tkazishi uchun yarimpodvaldan ham xona ajratildi. Asboblar hali ham kam edi, stollar yetishmasdi, ayrim holda ular o`rniga jihozlardan bo`shagan yashik-qutilardan foydalanilardi, ammo bu xohlagan paytda ishlash mumkin bo`lgan haqiqiy tadqiqot laboratoriyasi edi. N.A.Kapsov hotirlashicha, Lebedev laboratoriyada taxminan soat o`n birlarda paydo bo`lardi va o`zining "podvalini" aylanib ko`rib chiqishni boshlar, har bir ishchi bilan uzoq suhbat qurar hamda qilingan ishlaridan aql-idroq bilan xis etgan hisobotni talab qilardi. Undan so`ng Lebedev ustaxonalarga ketardi. Uni, o`quvchilar qo`l ishi ko`nikmalarini qanday o`zlashtirishlari qiziqtirardi. Lebedev o`zining o`quvchilariga talabchan edi, u "laboratoriyada ishlayotgan har bir kishi o`zining ish rejasini qat`iy fikr yuritgan holda bajarishini talab qilardi, lekin bu reja butkul qotib qolgan va har safar bir xil emas, balki haqiqiy, tirik bo`lishini talab qilardi".

Lebedevning yosh o`quvchilariga u Stoletov laboratoriyasidayoq tashkil qilgan kollokviumlar yordam berardi. Ular haftada bir marta o`tkazilardi.

Lebedevning o`quvchilari doklad qilardilar, undan so`ng munozaralar boshlanardi, P.N.Lebedevning o`zi ham fizikaning so`nggi yutuqlari haqidagi xabarlari bilan chiqardi. Ushbu kollokviumlarda, talabadan tortib rahbargacha, barcha o`zini bitta katta oilaning a`zo deb xis etardi va shu yo`l bilan Lebedev laboratoriyasini alohida ajratib turadigan ishchilarning uyg`unligi yaratilardi. Kollokviumlardan keyinchalik Moskvalik fizik jamiyat hosil bo`ldi, uning asoschisi va birinchi raisi P.N.Lebedevning o`zi bo`ldi. Lebedev maktabidan chiqqanlar va ularning o`quvchilari keyinchalik fizika sohasidagi yetuk namoyondalari katta guruhini tashkil etdi.

1902 yilda Lebedev Nemis astronomik jamiyati yig`inida ma`ruza bilan chiqdi, bu ma`ruzada u yorug`lik bosimining koinotdagi roli masalasiga qaytgandi. Ushbu ma`ruzaning tarixiy obzorida Lebedev Kepler gipotezasini eslatadi, u kometa dumlarining quyoshga qarshi tomon itarilishi uning nurlari dum zarralariga bosimi tufayli sodir etilishini taxmin qilgandi. Lebedev ko`rsatishicha, molekulaga yorug`likning ta`siri uning saralanib yutilishiga bog`liq. Gazlar tomonidan yutilayotgan nurlar uchun bosim Maksvell qonuniga asosan sodir bo`lishi, yutilmaydigan nurlar gazga ta`sir etmaydi. Lebedev gazlarga nurning bosimini aniqlash masalasini qo`yadi. Bu eksperimentatordan ko`p kuch va aql-idrokni talab etgan ko`p yillik mehnat 1891 yildan boshlangan butun ilmiy faoliyatining yaquni edi.

Bosimning kichik kuchlarini o`lchash uchun Lebedev tajribani shunday qilib qo`yardiki, "gaz undan o`tayotgan nurlar tomon erkin siljib, yorug`lik nurlari bevosita ta`sir etaolmaydigan o`ta sezgir porshenli apparatga bosim hosil qilardi". Konveksion oqimlarining ta`sirini bartaraf etish uchun Lebedev gazni yetarlicha katta issiqlik o`tkazuvchanlikga ega vodorod bilan aralashtirardi, bu gazning turli nuqtalaridagi zichliklarini tezda tekislanishini ta`minlardi. Bu nihoyatda qiyin eksperimental ish eksperimental san`atning yetib bo`lmas darajadagi namunasi bo`lib qoldi.

Yorug`lik bosimiga doir ishlari uchun 1911 yilda Lebedev Londondagi Qirollik institutiga fahriy a`zo etib saylandi.

Lebedev astrofizika muammolari bilan qattiq qiziqqan, quyosh tadqiqotlariga doir Xalqaro kengashda faol ishtiroq etgan, yulduzlararo muhitning ko`rinma dispersiyasiga doir bir qator maqolalarni yozgan. Xeyl tomonidan Quyosh dog`larining magnetizmi kashf qilinishi uning e`tiborini aylanish magnetizmini tadqiq qilishiga qaratdi.

Hayotining so`nggi yillarida uning e`tiborini ultratovush muammolari o`ziga qaratdi. Bu masalalar bilan uning shog`irdlari V.Ya.Altberg va N.P.Neklepaevlar shug`ullandilar. Lebedevning o`zi "qisqa akustik to`lqinlarning chegaraviy kattaligi" lavhasini yozgan.

Uning shog`irdlari P.P.Lazarev va A.K.Timiryazevlar siyraklashgan gazlardagi ichki ishqalanish hodisasini tadqiq qilishgan. Ammo barcha bu zo`r berib qilinayotgan ishlar 1911 yilda uzildi, bunda Lebedev boshqa professorlar bilan birgalikda ta`lim vaziri Kassoning reaksion harakatlariga norozilik bildirgan holda universitetni tark etadi. Rus va xalqaro jamoatchilik Lebedevga yordamga

oshiqdilar, biroq, uning madori qurigandi va 1912 yil 14 martda Lebedev vafot etdi.

Fizika tarixiga Lebedev unga zamondosh bo`lgan fizikaning bir qator o`ta qiyin masalalarini hal qilgan yuqori darajali eksperimentator sifatida kirib keldi. Rossiya uchun Lebedevning qiymati bu bilan cheklanmaydi. U moskvalik fiziklar maktabining yaratuvchisi edi. Ushbu maktabdan chiqqan olimlar dunyoda fizikaning rivojlanishida muhim rolni o`ynadilar.

Radio ixtiro qilinishi. A.S.Popov

Ma`lumki, Gers elektromagnit to`lqinlardan texnikada foydalanish imkonini nazarda tutmagan. Haqiqatdan ham, Gers kattalashtiruvchi linza orqali kuzatgan zaif chaqnoqlarda Venera va Marsgacha bo`lgan kosmik masofalarni bosib o`tadigan va Oydagi o`zi yurar apparatni boshqaradigan kelajakdagi aloqa vositasini ko`ra bilish ancha mushkuldir. Xatto tuganmas fntaziyaga ega, mashhur fantast-yozuvchi Jyul Vern ham radioaloqani bashorat etaolmagan, va Gers tajribalaridan keyin yozilgan uning "Suzib yuruvchi orol" romanidagi kahramonlari simsiz aloqa usullaridan xabardor emas.

Umuman olganda, prinsipial kashfiyot bilan uning texnikaviy qo`llanishi orasida ulkan masofa yotadi. Eynshteyn yaqin kelajakda $E = mc^2$ munosabatining real amalga oshirishning extimolligiga ko`zi yetmagan, Rezerford atom energiyasidan foydalanish imkonini bo`lmagur gap deb hisoblagan. Faqatgina alohida xususiyatlarga ega insonlar ilmiy g`oyaga idroqli texnik bag`ishlovini topaoladilar. Ajoyib rus fizik Aleksandr Stepanovich Popov aynan ana shunday xususiyatlarga ega edi, Gersning vafotiga taxminan bir yil o`tgandan so`ng simsiz aloqa maqsadlarida elektromagnit to`lqinlardan amalda qo`llanilishining imkonini ko`rsatib bergan ilk bor radio qabul qilgichni namoyish eta oldi.

Aleksandr Stepanovich Popov 1859 yil 16 martda Uralda (Turyin koni qishlog`i) ruhoniy oilasida tug`ildi. 1877 yilda Permdagi diniy seminariyaning boshlang`ich sinflarini tamomlagandan so`ng u diniy yo`nalishdagi ma`lumotini davom ettirmadi va Peterburg universitetining fizika-matematika fakulòetiga o`qishga kirdi. Universitetda uni elektrotexnika qiziqtirib qo`ydi. U "Elektrotexnik" jamiyatida montyor bo`lib ishlab yurdi va uning 1882 yildagi dastlabki ishlari dinamoelektrik mashinalarga bag`ishlangan edi.

Garchi Popov professor unvoniga tayyorgarlik ko`rishi uchun universitetda qoldirilgan bo`lsada, hozirgi til bilan aytiladigan bo`lsa, u aspiranturada uzoq qolib ketmadi va 1883 yildan Kronshtatddagi Minalar zobitlari sinfiga o`qituvchi bo`lib oldi, bu lavozimi bilan birga Kronshtatddagi Dengizchilik boshqarmasi qoshidagi Texnika bilim yurtida ham o`qituvchilik qilib yurdi. Minalar zobitlar sinfida Popov 1901 yilgacha ishladi, undan so`ng u Peterburgdagi Elektrotexnik institutga fizika kafedrasiga professor lavozimiga saylandi. 1905 yilda u institut direktori lavozimiga tayinlandi va shu lavozimidaligida miyaga qon quyilishi oqibatida 1906 yil 13 yanvarda vafot etdi.

Xizmatchilik faoliyatiga ko`ra A.S.Popov harbiy-dengiz floti bilan chambarchas bog`liq edi va aynan flotda buyuk kashfiyot tug`ilishi yuzaga keldi. Kashfiyot uchun tarixiy sharoitlar pishib yetilgandi, bunga turli mamlakatlarda

turli yo`llar bilan deyarli bir vaqtning o`zida bir necha kishi kelayotgandi: Popov, Rezerford, Markoni va boshqalar. Birinchi bo`lib A.S.Popov muvaffaqiyatga erishdi.

1889 yilda A.S.Popov minalar zobitlari yig`inida "Yorug`lik va elektr hodisalari orasidagi munosabatlariga doir eng yangi tadqiqotlar" ma`ruzalarning siklini quyidagi reja asosida o`qiydi:

"1. Elektrning tebranma harakati paydo bo`lish shartlari va elektr tebranishlarning o`tkazgichlarda tarqalishi.

2. Elektr tebranishlarning havoda tarqalishi - elektr kuchlarining nurlari. Elektr nurlarining akslanishi, sinishi va qutblanishi.

3. Aktinoelektrik hodisalar - Volta yoyi nurining elektr zaryadlarga ta`siri".

Bu ma`ruzalar Gers tajribalarini namoyish etishlari bilan olib borilgandi. Ular katta muvaffaqit qozondilar, va Dengizchilik texnika komiteti dengizchilik vazirligiga namoyishli ma`ruzalarni Peterburgda, peterburglik zobitlarning Dengiz muzeyida takrorlashni taklif qildi. Bu taklifda "Germaniyalik professor Gers tomonidan elektr va yorug`lik hodisalarning aynan o`xshashligini isbotlovchi tajribalar nafaqat qat`iy ilmiy ma`noda, balki elektrotexnika masalalariga aniqlik kiritishi uchun ham katta qiziqishga sazovordir" deyilgandi.

Balkim, A.S.Popov o`zining ma`ruzalarida Gers to`lqinlaridan amalda foydalanish imkoniyati haqida gapirgan bo`lsa kerak, va rus harbiy-dengiz flotining rahbarlari bu bilan qiziqib qolishgan bo`lishi mumkin. Dengizchilik vazirligi Popov o`z ma`ruzalarini Peterburgda takrorlashiga roziligini bildirdi va asbob-anjomlarni eltish uchun mablag` ajratdi. "Elektr tebranishlar va Gers tajribalari takrorlanishiga doir" ma`ruzasi Dengizchilik muzeyida 1890 yil 3 aprelda bo`lib o`tdi. Popov Rossiyada birinchi va yagona "gersologiya targ`ibotchisi" (Stoletovning termini) emas edi, shuningdek, u Gers kashfiyotining amaliy ahamiyatini darhol tushundi va uning texnikaviy qo`llanishi ustida bosh qotirishga tushdi deb ta`kidlashga kattagina asos bor. 1895 yil 7 mayda A.S.Popov Rus fizika-kimyo jamiyatining fizika bo`limi majlisida o`zi ixtiro qilgan radio qabul qilgichini namoyish etdi. Har yili ushbu kun davlatimizda radio yaratilgan kuni deb nishonlanadi.

Popovning qabul qilgichida elektr tebranishlarning detektori sifatida 1890 yili fransuz fizik Eduard Branli (1844 - 1940) tomonidan ixtiro qilingan va ingliz olim Oliver Lodj (1851 - 1940) tomonidan kogerer deb nomlangan o`ziga xos yarimo`tkazgichdan foydalanilgandi. Metall qirindilari bilan to`ldirilgan shisha naycha yomon elektro`tkazuvchanlikga ega. Ammo elektr tebranishlari ta`siri ostida uning elektro`tkazuvchanligi keskin ortib borardi. Branli tajribalarida u milliondan yuzlar va o`nlar omgacha o`zgargan. Branli kuzatishlariga ko`ra, qarshilikning bu o`zgarishi tebranishlar ta`siri tugagandan keyin ham "ayrim holda 24 soatga qadar" saqlanib qolar ekan. Elektrning yomon o`tkazuvchanligi holatiga "naychani tutib turgan taxtacha ustiga asta, lekin keskin urish yo`li bilan" qaytarish mumkin bo`lgan.

Lodj 1894 yili Londonlik qirollik jamiyatida Gers hotirasiga bag`ishlangan "Gers ijodi" nomli ma`ruzani o`qigan. Bunda u Branli naychasi haqida ham gapirgandi: "Ushbu asbob, men uni kogerer deb nomladim, gers to`lqinlarining lol

qoldirarli darajada sezgir detektoridir". Lodj tajribalarida kogerer chaqnoqning ta`sirini qirq yard (taxminan 40 m) masofada sezgan. Lodj kogererni ishchi holatga keltirishning turli usullarini, jumladan, kogerer bilan bitta taxtachada o`rnatilgan elektr qo`ng`iroq tebranishlari yordamida keltirishni ham qo`llagan. Lekin Lodj qo`ng`iroqchadan ham kelgan signalni qayd etuvchi, ham kogererni ishchi holatga qaytaruvchi avtomat sifatida foydalanishning uddasidan chiqaolmadi. Buni A.S.Popov qilaoldi. Popov elektromagnit to`lqinlarni tutib oluvchi antennani ham qo`lladi. qo`ng`iroqcha, kogerer, antennani mujassamlagan Popov priborni yasaydi, u keyinchalik (1895 yilning iyulida) D.A.Lachinov tomonidan, uning momaqaldiroq chaqmoqlarini qayd etishda qo`llanilishini nazarda tutib, "momaqaldiroqli jalani qayd etuvchi" deb nomlandi. Ammo Popov o`zining qabul qilgichidan uzatkich hosil qilgan to`lqinlarni qabul qilishda ham foydalangan. 1896 yilda Rus fizika-kimyo jamiyati jurnalida bosilib chiqqan o`zining "Elektr tebranishlarni topib qayd etuvchi asbob" maqolasida A.S.Popov "Uzunligi 2,5 metr bo`lgan vertikal qo`yilgan sim ulanganda asbob ochiq havoda katta Gers vibratoridan (yonlari 40 santimetr bo`lgan kvadrat yaproqlar) moyda chaqnoqlar hosil qilgan tebranishlarga 30 sarjin masofadan javob bergan" deb yozadi.

Ushbu satrlar 1895 yilning dekabrida yozilgandi. Shunday qilib, A.S.Popov 1895 yilda elektromagnit to`lqinlarni 60 m masofagacha uzatish va qabul qilishga doir tajribalarini o`tkazgan. Xuddi shu yilning yozida uning asbobi momaqaldiroq razryadlari bor va yo`qligida ham atmosferadagi elektr g`alayonlanishlarini qayd etishda foydalanildi. A.S.Popov maqolasini quyidagi so`zlar bilan tugatgan: " asbob keyinchalik takommillashtirilgan chog`ida jadal elektr tebranishlar yordamida signallarni masofadan uzatishda qo`llanilishi mumkin". Bunda u tebranishlarni hosil qiluvchi yetarlicha kuchli generatorni yaratish zarurligini ko`rsatib o`tgan.

1897 yil 20 yanvarda A.S.Popov "Kotlin" gazetasining sahifalarida "Simsiz telegraflash" maqolasi bilan chiqdi. Maqolaning sarlavhasi, gap sporadik signallarni qabul qilish yoki uzatish haqida emas, balki "telegraflash", ya`ni, shartli kod orqali ongli ravishda idrok etilgan matnni uzatish va qabul qilish haqida ketayotganini aniq ko`rsatib turibdi. Maqola Markoni tajribalari haqidagi xabar paydo bo`lishi munosabati bilan yozilgandi. Popov, xabarda bayon etilgan asbobga o`xshash asbob 1895 yilda qurilganligini va Rus fizika-kimyo jamiyati majlisida aprelda (yangicha sanada 7 may) namoyish qilinganligini eslatadi. U, uning asbobi "elektromagnit to`lqinlar bilan tajriba o`tkazishga moslashtirilgan"ligini va ilmiy majlis va ma`ruzalarda namoyish qilinganligini ko`rsatadi.

A.S.Popov, ushbu asbob yordamida u momaqaldiroq razryadlarini "25 chaqirimdan ziyod" masofadan ham qayd etganligini ko`rsatadi. U, elektr to`lqinlar yordamida signalizasiya qilish "hozirda ham mumkin"ligini, biroq, Gers vibratorlari elektr nurlar manbasi sifatida "o`ta zaif" ekanligini ta`kidlaydi. Elektr to`lqinlarga tumanning ta`siri "kuzatilmagan"ligini ko`rsatib o`tib, Popov "dengizchilikda bu hodisalarni qo`llashdan sezilarli foydani kutish mumkin..." deb ta`kidlaydi. Va keyinchalik ham A.S.Popov hormay-tolmay flot uchun radiotelegraf aloqani qayta ishlash ustida mehnat qiladi.

Flot uchun ishlab va bu ishning vatani uchun qanchalik muhimligini aniq xis etgan A.S.Popov bosma nashrlarga oshiqmadi va faqatgina maxsus auditoriyani - dengiz zobitlarini va olimlarni xabardor qilishga harakat qildi. Ammo bosmada Markoni ishlari haqida xabarlar paydo bo`lgandan keyin A.S.Popov o`zining peshqadamligini himoya qilish maqsadida chiqishlar qilishga majbur bo`ldi. "Kotlin" gazetasi sahifalarida 1897 yil 20 yanvarda bosilgan maqola A.S.Popovning ana shunday chiqishlaridan birinchisi edi.

Gulyelmo Markoni (1874 - 1937) 1896 yil iyunda o`zining ixtirosi uchun patentga buyurtma berib qo`ydi. "Elektr impuls va signallarni hamda bu maqsadda qo`llaniladigan apparaturani taqomillashtirishi uchun" patenti Markoniga 1897 yil 2 iyulda, ya`ni, A.S.Popov tomonidan o`z qabul qilgichini namoyish etgandan ikki yildan ziyod vaqt o`tganidan keyingina berildi. Markonini patenti inglizcha bo`lib, uning peshqadamligini faqat Angliyada mustahkamlardi. A.S.Popov 1895 yil 7 maydagi xabari va 1896 yildagi bosma e`loni bilan chegaralanib qoldi hamda o`zining ixtirosini na Rossiyada, na boshqa yerda patentlamadi.

Tarixan A.S.Popovning peshqadamligi shak-shabhasizdir, u ilmiy peshqadamligi nuqtai nazaridan shubha tug`dirmaydi. Biroq, huquqiy jihatdan Markoni patenti, garchi u faqat inglizcha bo`lsada, ixtirochining muallifligini mustahkamlovchi birinchi huquqiy aktdir. Markoni kapitalist ishbilarmon bo`lgan, u patentga buyurtma bergunga qadar hech narsadan xabar bermagan, hech narsani nashr ettirmagan, u ilmiy ham emas, tarixiy ham emas, balki faqat huquqiy peshqadamligini mustahkamlashga harakat qilgan. Va, garchi ishning huquqiy tomonlari bilan tarixning hech qanday ishi bo`lmaydi, u faqat tarixiy haqiqat tomonidan ish ko`rsada, Markoni peshqadamligini himoya qiluvchi fan tarixchilari ham topiladi.

Radioning keyingi rivojidagi Markonining xizmatlari shubhasizdir, kashf qilinishida emas, balki faqat rivojlanishida. Tarixan aniq o`rnatilgan fakt shuki, radio kashf qilinishi A.S.Popov tomonidan qilingan va bu kashfiyoti qilinganligini ma`lum qiluvchi sana 1895 yilning 25 apreli (eskichasiga) yoki 7 may (yangicha) bo`lib, insoniyat madaniyati tarixida eng buyuk ixtirolaridan biri qilinganligi sanasi bo`lib qoladi.

A.S.Popov va G.Markonilar kogererning tamoyilidan foydalangan holda, qabul qilgichning bitta sxemasiga kelishgan. Signallarni masofaga uzatish muammosini boshqacha yo`l bilan hal qilishga Ernest Rezerford (1871 - 1937) urinib ko`rgan. Yangi Zelandiyada bo`lgan paytlardayoq u temirni yuqori chastotali chaqnoqlar bilan magnitlantirishni o`rganardi. Ushbu tadqiqot natijalarini u 1894 yildagi "Yangi Zelandiya instituti to`plamlari"da nashr qildirgandi. Kembridjga ko`chib kelgandan so`ng u ushbu masala bilan shug`ullanishini davom ettirdi, va elektr tebranishlar ta`siri ostida po`lat tayoqchaning magnitlanishi kamayishini topgandan so`ng bu effektdan elektr tebranishlarni detektorlashda foydalanishni taklif qiladi. Rezerfordning "Elektr to`lqinlarning magnitli detektori va undan foydalanishning ayrim hollari" maqolasi 1897 yilda, ya`ni, markoni patent olgan yili bosilib chiqdi. Ushbu maqolada Rezerford, xususan, elektromagnit to`lqinlarni katta masofalarda aniqlashda detektordan foydalanishga doir tajribalar haqida ma`lum qiladi. U yozishicha: "Biz

yuzasi 40 sm^2 va qisqa razryadli konturga ega Gers vibratoridan foydalandik; biz 40 yard masofadan magnitometrning yetarlicha katta og`ishini oldik, bunda to`lqinlar vibrator bilan qabul qilgich orasida o`rnatilgan bir nechta qalin devorlardan ham o`tgan". "Keyingi tajribalarda vibratordan elektromagnit nurlanishni qayd etish mumkin bo`lgan maksimal masofani aniqlash maqsad qilib qo`yilgan...". "Dastlabki tajribalar Kembridj laboratoriyalarida o`tkazilgan, bunda qabul qilgich eng uzoq binolarining birida joylashgandi. Yetarlicha katta effekt vibratordan taxminan chorak milya masofada olingan, va og`ishning qiymatiga ko`ra effektni bir necha marotaba kattaroq masofada ham kuzatish mumkindir...".

Ammo, ushbu maqola bosilib chiqqan xuddi o`sha, 1897 yili, Rezerford Markoni natijalari haqida eshitadi va o`zining detektoriga doir olib borayotgan tajribalarini to`xtatadi. Uning e`tibori keyinchalik uning nomini abadiylashtirgan soha - radioaktivlikga qaratildi. Bu sohada tadqiqotlarni olib borib, u atom yadrosini kashf qildi va birinchi yadroviy reaksiyalarga keldi.

Radio kashf qilish tarixida turli mamlakatlardagi ko`pgina tadqiqotchilarning ismlari bog`lanib ketganligi fan tarixining muhim qonunini yana bir bor tasdiqlaydi, ya`ni, agar kashfiyot uchun vaqt yetilgan bo`lsa, "bu kashfiyot albatta qilinajak".

Radio kashfiyoti haqiqatning eng oliy mezoni - amaliyot bilan Maksvell nazariyasi haqqoniyligini isbotladi. Maksvell nazariyasi fizika oldida bir qancha zarur va keskin masalalarni qo`ydi, ularning yechimi fanni fizika tarixidagi yangi inqilobiy bosqichiga olib keldi.

III QISM. XX asr FIZIKASIDAGI ILMIY INQILOBNING ASOSIY YO`NALISHLARI

I BOB. HARAKATLANUVCHAN MUHITLAR ELEKTRODINAMIKASI VA ELEKTRON NAZARIYa

Vafotidan biroz avvalroq Maksvell astronom Toddga xat yozadi va unda Yerning efirga nisbatan harakatlanishini tajribada extimol topish mumkinligini ko`rsatadi. Bunda asbobning sezgirligi $\frac{v}{c}$ nisbatning ikkinchi darajasigacha bo`lishi lozim, bu yerda c – yorug`lik tezligi, $v$ – efirga nisbatan asbobning tezligi. Agar maksimal qiymat $\frac{v}{c} = 10^{-4}$ deb olinsa, asbobning sezgirligi taxminan $10^{-8}$ bo`lishi lozim. Maksvell, bunday sezgirlikga yetishib bo`lmaydi deb hisoblagandi. Xat 1880 yilda "Nature"da bosilib chiqqandi, lekin keyingi, 1881 yilda amerikalik yosh olim Albert Maykelson bu o`ta kichik farqni ilg`ab oladigan asbob bilan tajriba o`tkazayotgandi. Mana shu tarzda tarixga Maykelsonning mashhur tajribasi kirib keldi.

Albert Abraxam Maykelson 1852 yil 19 dekabrda u vaqtlar Germaniyaga tegishli Strelno polyak shahrida tug`ilgan. U ikki yasharligida ota-onasi Amerikaga emigrasiyaga ketib qolishadi. U yerda ular uzoq g`arbda, San-Fransisko xududida qrnashib oladilar. O`rta maktabni Albert 1869 yili San-Fransiskoda bitiradi. Uning kelajagi unchalik muvaffaqiyatsizroq bo`lishi kutilmoqda edi va u Dengiz akademiyasiga o`qishga kirishga qaror qiladi. Akademiyada Maykelson tabiiy fanlarga qiziqib qoladi. Dengizdagi majburiy xizmat muddatini o`tab bo`lgandan so`ng Maykelson akademiyaga fizika va kimyo fanlardan o`qituvchi etib tayinlandi.

Bu yerda Maykelson o`zi takomillashtirgan aylanuvchi Fuko ko`zgusi yordamida yorug`likning tezligini o`lchashga doir dastlabki tajribalarini boshlab yuboradi. Uning "Yorug`lik tezligini eksperimental aniqlash" maqolasi 1879 yilda bosilib chiqdi. Ushbu o`lchashlar bilan fan rivojlanishiga hamkorlik qilish amerikalik Assotsiasiya prezidenti N`yukom qiziqib qoladi. Yosh tajribachining mohirligiga qoyil qolgan N`yukom tajribalarni davom ettirish uchun mablag` ajratilishini so`rab Milliy akademiyaga murojaat qiladi. Mablag`lar olingandan so`ng Maykelson va N`yukom tajribalarni davom ettirish bilan mashg`ul bo`lishadi. Biroq, fizikaga doir bilimlarini takomillashtirish zarurligini tushungan Maykelson Yevropaga ketishga qaror qiladi va 1880 yilda oilasi bilan avval Berlinga, undan so`ng Parijga boradi, u yerda Yevropaning eng yirik fiziklari bilan uchrashadi, Gelmgols ma`ruzalarini tinglaydi, Geydelbergdagi kollej de Fransda, Parijdagi Oliy politexnika maktablarda ishlaydi. Chet elga safarga chiqishdan oldin u Dengiz akademiyasini tark etgan va endigina ta`sis etilgan Keysning oliy maktabiga fizika professori lavozimiga o`tib olgandi. Maktab Maykelsonga ikki yilga, ya`ni, 1881 - 1882 yillarga ta`til bergandi.

Ushbu ta`til davomida Maykelson Berlinda o`zining mashhur interferometrining dastlabki modelini yaratadi va Gelmgols laboratoriyasida uning sinovlarini o`tkazadi. Sershovqin shaharning ulkan harakatlari tufayli yuzaga keladigan vibrasiyalar o`ta sezgir asbobning normal ishlashiga xalal berardi.

Maykelson uni bo`laklab qismlarga ajratadi va Potsdamda katta teleskopning g`ishtli puhta fundamentiga o`rnatadi. Tajribasining natijalarini u 1881 yildagi "Yorug`lik eltuvchi efir va Yerning nisbiy harakatlari" maqolasida bayon etadi. Hech qanday nisbiy harakat aniqlanmagandi.

Amerikaga qaytib kelgandan so`ng Maykelson Klivlenddagi Keysning tadbiqiy fan maktabi professori lavozimi vazifasini bajarishga kirishib ketadi. Bu yerda u qo`shni universitetining kimyo professori Edvard Morli (1838 - 1923) bilan hamkorlikda tajribasini takrorlashga tayyorgarlik ko`ra boshlaydi. Undan oldinroq ular yorug`lik tezligini aniqlashga doir Fizoning tajribalarini harakatlanayotgan suvda takrorlashadi va natijalarini 1886 yilda "Muhitning harakati yorug`lik tezligiga ta`siri" maqolasida e`lon qilishadi. Tajriba Fizo 1851 yilda katta aniqlikda qo`lga kiritgan natijasini tasdiqlaydi. Undan tashqari, ushbu ishda ular Frenelning intilish koeffitsiyentini aniqlagandilar.

Shundan so`ng ular Yer harakati yorug`lik tarqalish tezligiga ta`sirini o`rganishga doir tajribalarini takrorladilar. Interferometr qalinligi 30 sm bo`lgan tosh plitaga o`rnatilgandi. Plita simobda suzib yuruvchi halqasimon yog`och tag`lik ustida joylashtirilgan. Unda to`rtta ko`zgu o`rnatilgan bo`lib, ulardan ko`psonli akslanishlari tufayli interferensiyalanuvchi dastalarining umumiy optik yo`li 11 metrgacha, ya`ni, birinchi tajribanikidan 10 marta oshirilgandi. Tajribalar 1887 yilning iyul oyida tugatildi. Bunda ham natija salbiy bo`lib chiqdi, kutilayotgan siljish deyarli kuzatilmadi. Maykelson va Morlilarning "Er va yorug`lik eltuvchi efirning nisbiy harakatlariga doir" maqolasi 1887 yilda bosilib chiqdi.

Xuddi shu yili Gers o`zining mashhur tajribalarini boshlab yubordi, Maykelson va Morli esa, "Uzunlikning tabiiy va amaliy namunasi sifatida natriy yorug`ligining to`lqin uzunligidan foydalanish usuli haqida" deb nomlangan yana bitta ishlarini bostirib chiqardilar. Bu ish 1892 yil Parijdaligida Maykelson tomonidan metr namunasini (etalonini) kadmiyning qizil chizig`i to`lqin uzunligi bilan solishtirishning klassik bo`lib ketgan tajribalarining o`tmishdoshi edi. U vaqtga kelib, Maykelson Klark universitetining professori bo`lib olgandi. Bu tajribalardan so`ng u 1894 yili Rayyerson fizika laboratoriyasi ochilgan Chikago universitetiga o`tib ketadi. Bu yerda Maykelson katta ajrataolish kuchiga ega spektroskopik asboblarni (Maykelson esheloni) yaratishga, yulduzlarning diametrlarini o`lchashga va yorug`likning tezligini qayta aniqlashga doir tajribalarini davom ettirib, hayotining ohirgi kunlarigacha qoldi.

Maykelson 1931 yil 9 mayda vafot etdi. Vafotidan bir necha oy oldin, ya`ni 1931 yilning yanvar oyida Pasadenada bo`lib o`tgan konferensiyada Eynshteyn bilan uchrashgandi.

Maykelsonning tajribasi 1886 yili "Amsterdam qirollik fanlar akademiyasi axborotlari"da bosilib chiqqan G.A.Lorensning "Yorug`lik hodisalariga Yer harakati ta`siri haqida" maqolasida batafsil yoritilgan va tahlil qilingandi. Ushbu maqolasi bilan Lorens elektrodinamika va harakatlanuvchan muhit optikasiga bag`ishlangan ishlarining siklini boshlab yuborgandi. Uning mazmuni nazariy fizika ("Efirning nazariyasi va modellari") ma`ruzalarida takrorlangandi, ular nemis tilda 1907 yili, ingliz tilda 1927 yili va rus tilda 1936 yili bosilib chiqdi.

Ushbu maqolada Lorens Maykelson olib borgan hisob-kitoblaridagi xatosini ko`rsatadi: Maykelson, Yer harakatiga perpendikulyar yo`nalishda yorug`lik tarqalishi Yer va apparat harakatsiz holdagidek kechadi deb hisoblagandi. Bu xatoni tuzatgan Lorens kutilayotgan tasmalarning siljishi Maykelson taxmin qilganidan ham ancha kichik bo`lishini va tasma kengligining atigi $\frac{1}{20}$ qismini, ya`ni ishonchli kuzatuvlar chegarasidan ham kichik bo`lishini ko`rsatdi. Ammo 1887 yilda Maykelson va Morli apparatni yanada sezgirroq qildilar, shunga qaramay, avval aytganimizdek, natija yana salbiy bo`lib chiqdi. Bu narsa, faqat istisno tariqasida 1890 yilda Gers tomonidan yaratilgan nazariyasidan tashqari, u davrda amalda bo`lgan barcha mavjud nazariyalarga zid edi.

1890 yilda Gers "Tinch holatdagi jismlar elektrodinamikasining asosiy tenglamalari haqida" va "Harakatdagi jimslar elektrodinamikasining asosiy tenglamalari" ikkita maqolasini bosmadan chiqaradi. Bu maqolalarda "elektr kuch nurlari" tarqalishiga doir tadqiqotlar haqida bayon etilib, umuman olganda, keyinchalik o`quv adabiyotga kirib borgan elektr maydonning maksvellcha bayoni berilgan edi.

Ushbu maqolalarning birinchisida Gers, Maksvell nazariyasi "havozalar" (bu yerda qurilishda ishlatiladigan havozalar timsoli nazarda tutilmoqda) bilan qalashtirib tashlangan va ularni olib tashlash, tozalash zarurligini ko`rsatadi. Ana shunday "havozalar"dan biri "asosiy tenglamalarda vektor-potensialning hukmronligidir" deb ko`rsatadi u. Uning asosiy tenglamalari elektr va magnit maydonlari kuchlanganliklari komponentalarini bevosita bog`laydi, aynan o`sha tenglamalarni biz "Maksvell tenglamalari" deb ataymiz. Gers ularni boshqa hech bir fundamental tamoyil yoki faraz qilinuvchi mexanizmlar yordamida chiqarib bo`lmaydigan fundamental qonunlar deb hisoblaydi.

Ikkinchi maqolada Gers harakatlanuvchi jismlar elektrodinamikasining tenglamalarini chiqarish uchun harakatlanayotgan materiya ichidagi efir u bilan birga harakatlanadi degan asosiy taxminni faraz qiladi. Efirning to`liq ilakishish bu gipotezasi tabiiy holda Maykelsonning salbiy natijasini tushuntiradi. Biroq u boshqa faktlar, ya`ni, aberrasiyaga, Fizo tajribasiga, elektrodinamikadagi Rentgen va Eyxenvalä tajribalariga zid kelardi. Lorens optik tajribalarini yuqorida aytilgan maqolada hamda 1895 yildagi "Harakatdagi jismlarda optik va elektr hodisalarga doir nazariyada to`plangan tajribalar" katta dasturiy ishda ko`rib chiqadi. Bu ishlar bilan Lorens elektron nazariyaga asos soladi.

Gendrik Anton Lorens 1853 yil 18 iyulda uncha katta bo`lmagan gollandiyalik Arnxem shaharchasida tug`iladi. U Leyden universitetida o`qiydi, va 1875 yilda doktorlik darajasini oladi. Bu yerda uning uchun maxsus ta`sis etilgan nazariy fizika kafedrasi professori lavozimini egallaydi. 1912 yilda Lorens kafedraning ekstraordinar professori lavozimiga o`tib oladi va o`zining vorisi etib u paytlarda Rossiyada yashayotgan P.S.Erenfestni taklif qiladi. Erenfest Leydenda 1912 kuzidan o`zining fojeali o`limigacha, ya`ni 1933 yil kuzigacha kafedra rahbari lavozimini egallab turdi. Lorens 1923 yili Garlemdagi ilmiy institut direktori lavozimini egallaydi. Solvey fondi ta`sis etilishidan boshlab Lorens

Solvey kongresslarining doimiy raisi bo`lib turdi. Lorens 1928 yil 4 fevralda vafot etdi.

Fizika tarixiga Lorens elektron nazariya yaratuvchisi sifatida kirib keldi, unda u maydon nazariyasi va atomistika g`oyalarini sintez qildi. Elektr atomi g`oyasi, biz bilishimizcha, Faradeydan, uning elektroliz qonunlaridan boshlanadi.

O`zining "Risola"sida Maksvell ham atom, yoki o`zi aytishicha, molekulyar zaryad g`oyasiga kelgandi. Ushbu zaryadni u "elektr molekulasi" deb ataydi va "molekulyar zaryadlarning ushbu nazariyasi elektroliz faktlarining ko`pgina sonlarini ifodalash uchun hizmat qilishi mumkin; lekin elektrolizning haqiqiy tabiatini bilganimizda u vaqtga kelib molekulyar zaryadlar nazariyasidan biror narsa saqlanib qolishiga extimoli juda kam; u vaqtlarda bizda elektr tokning haqiqiy nazariyasini yaratishga va bu tasavvurlardan ozod bo`lishga puxta tayanch bo`ladi" deb yozgandi.

Maksvell kelajakda maydon haqidagi tasavvurlar zaryad diskretligi tasavvurlarini ortiqcha qiladi deb taxmin qilgandi. U yanglishgandi. Fan elektrning atomligi haqidagi tasavvurni saqlab qoldi va rivojlantirdi. 1874 yili irlandiyalik fizik Jonson Stoney (1826 - 1911) elementar zaryad tasavvurini keskin tarzda himoya qiladi. Belfastdagi Britaniya assotsiasiyasi yig`inida o`qilgan "Tabiatning fizik birliklari haqida" ma`ruzasida u "Nihoyat, tabiat bizga yagona, ko`rilayotgan jismlarga bog`liq bo`lmagan elektrning yetarlicha aniq bo`lgan miqdorini in`om etdi. Bunga aniqlik kiritish uchun men Faradey qonunini quyidagi ifodalar bilan ta`riflayman, ular, menimcha oydinlik kiritsa ajab emas. Elektrolit ichida uzilgan har bir kimyoviy aloqaga elektrolitdan o`tgan har doim bir xil miqdordagi elektr mos keladi. Bu elektrning aniq miqdorini men E_1 deb atayman. Agarda biz uni elektr birligi sifatida qabul qilsak, biz, extimol, molekulyar hodisalarni o`rganishga doir katta qadamni tashlagan bo`lamiz" deb yozgandi. Keyinchalik (1891) Stoney E_1 kattaligi uchun "elektron" nomini kiritadi.

1881 yili Faradeyga bag`ishlangan nutqida Gelmgols aniq ifodalangan shaklda elektr atomligi g`oyasini bildirdi: "agar biz kimyoviy atomlarning mavjudligini faraz qilsak, bundan biz elektr ham, musbat yoki manfiy bo`lishidan qat`iy nazar, elektr atomlarining rolini o`ynaydigan aniq elementar miqdorlari mavjudligi xulosasiga kelishimiz kerak". Elektrning ushbu elementar miqdorini Gelmgols ionning elektr zaryadi deb nomladi. Stoney Faradey qonunini interpretasiya qilishda o`zining peshqadamligini ko`rsatib o`tdi, biroq, biz ko`rib turganimizdek, peshqadamlik Faradeyning o`ziga tegishlidir.

Aytib o`tish joizki, Gelmgolsning nutqi elektr zaryad haqidagi tasavvurlarning rivojlanishida muhim rol o`ynadi, u ko`pgina maqola va kitoblarda ushbu tasavvurning manbai sifatida ko`rsatilar, va, extimol, bu yerda Gelmgolsning kattagina mashhurligi sabab bo`lsa kerak, Faradey o`zining aytganlari, umuman olganda, hotiradan chiqarib yuborilayozdi.

Lorens ertangi ishlaridayoq elektr nazariyasiga atomistikani kirita boshlagandi. Maksvell nazariyasida elektromagnit va optik hodisalar sodir etiladigan muhitning xossalari tajribadan aniqlanadigan fenomenologik koeffitsiyentlari bilan ifodalanadi. Lorens "Yorug`lik nurlarining akslanishi va sinishiga doir" doktorlik dissertasiyasidayoq (1875) muhitda yorug`likning

tarqalish tezligi o`zgarishini jismning elektrlangan zarralar ta`siri tufayli sodir etilishini asoslab berishga harakat qiladi. Yorug`lik to`lqini ta`siri ostida molekulalarning zaryadlari tebranma harakatga keladilar va ikkilamchi elektromagnit to`lqinlar manbasiga aylanadilar. Bu to`lqinlar birlamchilari bilan interferensiyalanadilar va yorug`likning sinish hamda akslanishlarni yuzaga keltiradilar. Bu yerning o`zidayok yorug`lik dispersiyasi elektron nazariyasini yaratishga olib keluvchi g`oyalar belgilab qo`yilgan.

1878 yilda bosilib chiqqan keyingi "Yorug`lik tarqalish tezligi bilan muhit zichligi va tarkibi orasidagi munosabati haqida" maqolasida Lorens sinish ko`rsatkichi bilan muhit zichligi orasidagi mashhur munosabatni chiqaradi, u "Lorens - Lorens formulasi" nomi ostida ma`lum, chunki daniyalik L.Lorens Gendrik Lorensdan mustaqil ravishda xuddi shu natijalarga kelgandi. Xuddi shu ishda Lorens molekulyar zaryadga to`lqin maydonidan tashqari muhitning qutblangan zarralar maydoni ham ta`sir etishini hisobga olgan holda yorug`lik dispersiyasining elektromagnit nazariyasini rivojlantiradi.

1892 yilda Lorens "Maksvellning elektromagnit nazariyasi va uning harakatlanuvchi jismlarga tadbiqi" katta ishi bilan chiqadi. Olam modda va efirdan tashkil topgan, bunda Lorens "elektr toklarda, elektr siljishlarda va elektromagnit harakatlarda ishtiroq etaoladigan barcha narsa"ni modda deb ataydi. "Barcha salmoqli jismlar ko`psonli musbat va manfiy zaryadlangan zarralardan tashkil topgan va elektr hodisalar ushbu zarralarning siljishlari tufayli yuzaga keladi".

So`ng Lorens harakatlanayotgan zaryadga ta`sir etayotgan elektr maydon kuchi ifodasiniyozadi. Vektor shakli va gauss birliklarida zaryadlangan jismning hajm birligiga (kuch zichligi) maydon tomonidan kuch ta`siri

$$\vec{f} = \rho\left(\vec{E} + \frac{1}{c}\left[\vec{v}\,\vec{H}\right]\right)$$

ga teng.

Lorens, efir modda harakatida ishtiroq etmaydi degan fundamental taxmin qiladi (qo`zg`almas efir gipotezasi). Bu taxmin efir harakatlanuvchan jismlar tomonidan to`liq ilakishtirib ketadi degan Gersning gipotezasiga zid edi. qo`zg`almas efir taxminida Lorens sinish ko`rsatkichi v ga teng harakatlanuvchan jismdagi yorug`lik tezligi

$$w = \pm w_0 + \left(1 - \frac{1}{v^2}\right)\rho\,,$$

ga teng, deb aniqlaydi, bu yerda w_0 – tinch holatdagi jismda yorug`lik tezligi, $p$ – jismning harakat tezligi. Ko`paytirgich $1 - \frac{1}{v^2}$ ilakishish koeffitsiyentining o`zginasi bo`lib, u Frenel tomonidan aberrasiya nazariyasiga kiritilgan hamda Fizo, Maykelson va Morli tajribalaridan tasdiqlangandi.

Shunday qilib, Frenelning ilakishish koeffitsiyenti ham, harakatlanayotgan suv bilan o`tkazilgan Fizo tajribasi ham Lorens tomonidan qo`zg`almas efir orqali moddaning zaryadlangan zarralari harakati natijasi sifatida talqin qilindi. Biroq, bu yerda Maykelson va Morli tajribalari haqida Lorens og`iz ochmaydi. Bu tajribaga uning xuddi o`sha, 1892 yilda bosilib chiqqan "Efir va Yerning nisbiy harakatlari"

lavhasi bag`ishlanadi. Bunda u, uning fikricha, tajriba natijasini Frenel nazariyasi, ya`ni, qo`zg`almas efir nazariyasi bilan muvofiqlashtirishning yagona usuli haqida bayon etadi. Bu usulda qattiq jismning ikkita nuqtasini birlashtirib turuvchi chiziq, agarda u avval Yer harakatiga parallel bo`lib, 90° gradusga o`girilganda uzunligi saqlanib qolmaydi deb faraz qilinadi.

Lorens ko`rsatishicha, agar perpendikulyar yo`nalishda uzunligi l bo`lib, harakat yo`nalishida u $l(1-\alpha)$ bo`lsa, va agar $\alpha = \frac{p^2}{2v^2}$ bo`lsa, bu yerda p – Yer tezligi, v – yorug`lik tezligi, unda Maykelson tajribasidagi manfiy natija chiqishi tushunarli bo`lib qoladi. Mana shunday tarzda Lorensning mashhur qisqartirilishi yuzaga keladi, keyinchalik ma`lum bo`lishicha, bu narsani Fitsjerald ham taklif qilgan ekan.

O`zining maqolasida Lorens, uning gipotezasi unchalik haqiqatga to`g`ri kelmaydigan narsa emas, va agar molekulyar kuchlar elektr kuchlarga keltirilganda efirdan o`tayotgan chog`da o`zgarsalar, Maykelson tajribasi tushuntirarli bo`lib qoladi. Garchi Lorens, molekulyar kuchlarni elektr kuchlarga keltirish "o`taketgan jasurlik" bo`lsada, u har qalay, qisqartirish gipotezasini saqlab qoladi.

Tarixiy nuqtai nazaridan bu juda muhim faktdir. Agar tabiatning asosiy kuchi Lorens kuchi deb qabul qilinib, unga tortishish kuchidan tashqari o`sha davrda ma`lum bo`lgan zarralarning o`zaro ta`sirlashuvlarining barchasi keltirilsa, unda harakatlanayotganda jismlarning o`lchami qisqarishi, shu bilan birga Maykelson tajribasidagi manfiy natija chiqishi ham to`liq tushunarli bo`lib qoladi. Masshtablarning relyativistik o`zgarishi $l = l_0\sqrt{1-\beta^2}$, bu yerda $\beta = \frac{v}{c}$, Lorens nazariyasida aniq biror fizik shartlarga bog`liq bo`ladi. Aytib o`tish joizki, elektrodinamika boshqa bir relyativistik natijani, ya`ni, massa va energiya bog`lanishini ham berdi. Bu natija yigirma besh yashar Jozef Jon Tomson (1856 - 1940) tomonidan 1881 yili olingandi va 1881 yil aprelida "Elektrlangan jismlar harakati tufayli sodir etiladigan elektr va magnit effektga doir" makolasida bayon etilgandi.

Tomson qandaydir tezlik bilan harakatlanayotgan zaryadlangan sferaning maydonini hisoblaydi. Ushbu maydonning xarakteri tezlikga bog`liq bo`ladi: kichik tezliklarda sharning elektr maydoni elektrostatik maydon bilan, magnit maydoni esa, tok elementi maydoni bilan mos tushadi. Tezlik oshirilganda elektr maydon kuch chiziqlari ekvatorial tekislik tomon "uchirib yuboriladi", maydon deformasiyalanadi. Shu bilan birga zaryadning qo`shimcha elektromagnit massasi paydo bo`ladi, kichik tezliklarda u $\frac{2}{3}\frac{e^2}{\alpha}$ ga teng bo`ladi, bu yerda $e$ – elektromagnit birliklarda ifodalangan sferaning zaryadi, $a$ – sferaning radiusi. Tezlik yorug`lik tezligiga yaqinlashganda massa cheksizlikgacha ortib boradi. "Boshqacha so`z bilan aytiladigan bo`lsa, dielektrik orqali harakatlanayotgan zaryadlangan jismlarning tezligi yorug`lik tezligigacha ortib borishi mumkin emas" deb yozadi Tomson. Shunday qilib, yorug`likning chegaraviy tezligi haqidagi relyativistik xulosasi ham Eynshteyn tug`ilmasidan ikki yil oldin olingandi.

Demak, XIX asr ohirida maxsus nisbiylik nazariyasining eng muhim natijalari, ya`ni, uzunliklarning qisqarishi, massaning tezlikga bog`lanishi, massa va energiya bog`lanishi (o`zgarmas ko`paytirgich aniqligi darajasida), yorug`lik tezligining chegaraviy qiymatlari qo`lga kiritilgandi. Biroq bu natijalar olamning elektromagnit tasavvuri doirasida olingandi. Olam - bu zaryadlangan zarralar suzib yurgan efirdir. Olam qonunlari: Maksvellning elektrodinamika qonunlari va Nyutonning mexanika qonunlaridir.

Binobarin, garchi tarixan xuddi shunday bo`lib chiqsada, harakatlanuvchan muhitlar elektrodinamikasi zaruratdan nisbiylik nazariyasiga olib kelmayotgandi. Maykelson tajribasi va relyativistik natijalar Maksvell-Lorens elektrodinamikasi qonunlari oqibati bo`lib chiqdi. Undan ham ustunroq, relyativistik effektlarni keltirib chiqargan relyativistik o`zgartirishlarning o`zi elektrodinamikada Eynshteyndan bir necha yil oldin olingandi.

1895 yilda Lorensning "Harakatlanuvchan jismlarda elektr va optik hodisalarga doir nazariyasida to`plangan tajribalar" fundamental ishi bosilib chiqdi. Ushbu ishida Lorens o`zining elektron nazariyasining tizimli bayonini beradi. Biroq, garchi elektrning elementar miqdori "elektron" nomi bilan atalgan bo`lsada, unda bu so`z uchramaydi. Lorens sodda qilib, musbat yoki manfiy zaryadlangan materiya zarralari - ionlar haqida gapiradi va o`zining nazariyasini "ion nazariyasi" deb nomlaydi. Lorens "Men, barcha jismlarda mitti zaryadlangan material zarralar mujassamlashgan va barcha elektr jarayonlar ushbu "ionlar" konfigurasiyalari va harakatlariga asoslangan deb qabul qilaman" deb yozadi. Lorens, elektrolitlardagi hodisalar uchun bunday tasavvur an`anaga aylanib qolganligini, va elektr razryadlarga doir so`nggi tadqiqotlar "gazlarning elektr o`tkazuvchanligida biz ionlarning konveksiyasi bilan ish ko`rishimizni" ta`kidlab o`tadi.

Lorensning boshqa taxmini - ushbu zarralarning, binobarin, material jismlarning harakatida efir ishtiroq etmasligi, ya`ni, u qo`zg`almas ekanligidir. Bu gipotezani Lorens Frenelga olib borib taqaydi. Ammo, Lorens, gap efirning mutlaq tinch holati haqida emas, bunday ifodani u bema`ni deb hisoblaydi, balki gap efirning ayrim bo`laklari biri biriga nisbatan qo`zg`almas bo`lishida va osmon jismlarining barcha harakatlari efirga nisbatan bo`lgan harakat ekanligini ta`kidlaydi.

Efirning elektromagnit holati magnit maydon kuchlanganligi va dielektrik siljish vektorlari bilan tasniflanadi. Ushbu vektorlarni Lorens gotik harflar bilan belgilaydi, biz esa, ularni lotin harflar bilan belgilaymiz. Lorensning elektron nazariyasidagi tenglamalarni biz Lorens 1903 yildagi "Elektron nazariya" maqolasida, "Matematik fanlar ensiklopediyasi" va "Elektronlar nazariyasi" kitobida Lorensning o`zi ohirgi shaklga kiritgan ko`rinishda yozib olamiz. Erkin (modda bilan to`ldirilmagan) efirda

$$div\,\vec{d} = 0; \qquad (1)$$

hajmli zichligi ρ bilan taqsimlangan zaryadlar joylashgan nuqtalarda

$$div\,\vec{d} = \rho\,. \qquad (1a)$$

Agar zaryadlar $\vec{v}$ tezlik bilan harakatlanayotgan bo`lsa, unda uzluksizlik tenglamasi o`rinli bo`ladi:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + div(\rho \vec{v}) = 0. \quad (2)$$

Elektrning harakati va vaqt bo`yicha elektr siljishning o`zgarishi quyidagi tenglama bilan ifodalanuvchi magnit maydonni hosil qiladi:

$$rot \vec{h} = \frac{1}{c}(\dot{\vec{d}} + \rho \vec{v}). \quad (3)$$

Elektr va magnit maydonni bog`lovchi boshqa bir asosiy tenglama:

$$rot \vec{d} = -\frac{1}{c}\dot{\vec{h}} \quad (4)$$

va

$$div \vec{h} = 0. \quad (5)$$

Undan so`ng Lorens hozirda Lorens kuchi deb nomlangan kuch qonunini yozib oladi:

$$\vec{f} = \vec{d} + \frac{1}{c}\left[\vec{v}\vec{h}\right]. \quad (6)$$

Ushbu barcha tenglamalarda Lorens Xevisayd tomonidan kiritilgan rasionallashtirilgan birliklarning gauss sistemasidan va Gersning o`zi keltirgan shaklidagi elektromagnit maydon tenglamalaridan foydalangan. O`zining "Harakatlanuvchan jismlarda elektr va optik hodisalarga doir nazariyasida to`plangan tajribalar" maqolasida u xali qo`pol belgilanish va ohirigacha rasionallashtirilmagan birliklar sistemasidan foydalangandi. Ammo aynan shu maqolada ilk bor elektron nazariyaning asosiy tenglamalari yozilgandi. Garchi bu tenglamalar xali tugal shaklga kirmagan va "elektron nazariya" atamasi Lorens tomonidan ishlatilmagan bo`lsa ham, aynan shu, 1895 yildagi ishni elektron nazariyaga doir birinchi tizimli bayoni deb qabul qilish mumkin.

Lorens tomonidan foydalanilgan rasionallashtirilgan tizimlar ingliz fizik Oliver Xevisayd (1850 - 1925) tomonidan kiritilgandi. Xevisayd 1885 yildan boshlab ingliz tildagi "Elektr" jurnalida elektromagnit nazariyaga doir maqolalar siklini bosib chiqarardi. Ularning qismlab bostirilgan davomi uch jildli "Elektromagnit nazariya" ishini tashkil etdi. Bunda Xevisayd vektor tahlil, operasion usullar va rasionallashgan birliklardan keng foydalanadi. Ikkinchi jildga u rasional birliklarga doir maxsus ilovani kiritadi, unda o`zining Lodj bilan bu masalaga taalluqli yozishmani va 1895 yil kuzida "Elektr"da o`tkazilgan munozaraning qisqacha hisobotini qo`shadi.

Munozara ko`rsatishicha, rasional sistema foydasiga olib borgan Xevisaydning targ`iboti kuchli raqiblarga uchradi, bu haqda Xevisayd ikkinchi jildda bayon qilgandi. Shunga qaramay, Xevisayd, qilingan ish "rasionalizasiya masalasini ayrim xalqlar uchun to`laqonlik bilan taqdim etadi" deb hisoblaydi. Gollandiyalik bo`lgan Lorens birliklarni rasionallashtirish g`oyasini qo`llab-quvvatladi va uning o`zi ham barcha ishlarida Xevisayd birliklaridan foydalandi. Hozirda qabul qilingan SI sistemasida rasional sistema amaliy bilan bog`langan.

Lorens va uning "Tajribalari"ga qaytaylik. Lorens harakatlanuvchan jismlar uchun elektromagnit maydon tenglamalarini qo`zg`almas koordinatalardan harakatchan koordinatalarga o`tgan holda olib ko`radi. Bunda Lorens oddiy vaqt *t* bilan birga sof rasmiy bo`lgan $t' = t - \frac{(\vec{V}\,\vec{r})}{c^2}$ "mahalliy vaqtni" ham ko`radi. Bunday o`zgartirishlarda maydon tenglamalari, $\frac{v}{c}$ ga nisbatan ikkinchi tartibdagi hadlarini inobatga olmagan taqdirda, qo`zg`almas sistemadagidek bo`lib qolar ekan. Lorens o`zining xulosasini quyidagicha ta`riflaydi: "Jismlarning tinch holatdagi sistemasi uchun harakat holati ma`lum bo`lib, ular *x*, *y*, *z* va *t* uchun D_x, D_y, D_z, E_x, E_y, E_z, H_x, H_y, H_z funksiyalar mavjud bo`lsin, unda xuddi shu sistemada, agar u *p* tezlik bilan harakatlanayotgan bo`lsa, D_x', D_y', D_z', E_x', E_y', E_z', H_x', H_y', H_z' bo`lgan harakat holatida *x*, *y*, *z* va *t*' (ya`ni, $t - \frac{1}{v^2}(p_x x + p_y y + p_z z)$) funksiyalar ham mavjuddir.

Harakatlanayotgan Yerdagi optik hodisalarga bu xulosani tadbiq etar ekan, Lorens keyinchalik birinchi tartibdagi nisbiylik tamoyili nomini olgan holatni ta`riflab beradi. "Bizning nazariyamizga ko`ra Yerning harakati yerdagi yorug`lik manbalari bilan olib borilgan tajribalariga birinchi tartibdagi hech qanday ta`sir o`tkazmaydi".

Lorens nazariyasi efirning ko`rinma ilakishishini Fizo tajribasidagi harakatlanayotgan suvi kabidek tushuntiradi. Lorens o`zining kitobidagi uch paragrafini bag`ishlagan Maykelson tajribasiga kelsak, harakat yo`nalishidagi o`lchamlar qisqarishiga doir Lorens - Fitsjerald gipotezasida o`z tushuntirilishini topadi va uning nisbati $1/\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ ga tengdir. Lorensning kitobidagi gipotezaga bag`ishlangan paragraflarni Larmor o`zining "Efir va materiya" kitobida butunligicha keltiradi.

Kembridjdan tarbiyalanib chiqqan Jozef Larmor "Larmor presessiyasi" deb nomlanmish hodisani kashf qilishi bilan mashhur bo`lgan. Orbita bo`ylab aylanayotgan elektron magnit maydon kuch chiziqlari atrofida $\omega = \frac{e}{2m}H$ burchak tezligi bilan shu maydonda qo`shimcha presessial aylanma harakat bajaradi, bu yerda zaryad *e* va magnit maydon kuchlanganligi *H* absolyut elektromagnit birliklarda o`lchangan. Ushbu presessiya yordamida Larmor Zeemanning normal effektini tushuntirib berdi.

1900 yilda bosilib chiqqan "Efir va materiya" kitobida Larmor, Lorens kabi, materiya va efirning o`zaro ta`sirlashuvlarini olib ko`radi. Unda ham, Lorensniki kabi, materiya zarralari "elektrlashgan" va material zarralarning efir orqali bog`lanishi elektromagnit kuchlar yordamida amalga oshiriladi. Ammo Larmor efirdagi materiya zarralarini uning o`ziga xos tuzilishga ega xususiyatlaridir, deb hisoblaydi. Bu o`ziga xos tuzilmaning o`zagi efirni o`zini qo`zg`almas qoldirgan holda shu efirda harakatlanishi mumkin. Shu o`zak bilan birga o`zi hosil qiladigan va *f*, *g*, *h* komponentalariga ega vektor bilan tasniflanuvchi kuchlanish ham harakatlanadi. Bu vektor elektr maydon kuchlanganligi vektorining aynan

o`zginasidir. Efirdagi yana boshqa xususiyat aylanma xarakterga ega va *a*, *b*, *c* komponentalariga ega vektori bilan tasniflanadi, u aynan magnit induksiya vektoridir. Ikkala maydon orasidagi bog`lanish Maksvell tenglamalari bilan ifodalanadi. Larmor, agar harakatlanayotgan va qo`zg`almas sistemalar koordinatalari orasidagi bog`lanish

$$x'=\frac{x-vt}{\sqrt{1-\beta^2}},\quad y'=y,\quad z'=z,\quad t'=\frac{t-\frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-\beta^2}},\quad \beta=\frac{v}{c}$$

tenglamalar orqali aniqlansa, harakatlanayotgan sistema uchun ham u tenglamalarning shakli o`zgarmas bo`lib qolishini ko`rsatadi.

Shunday qilib fizika tarixida Lorens o`zgartirishlari deb nomlangan o`zgartirishlar paydo bo`ladi. Lorens ularni 1904 yilda unchalik to`g`ri bo`lmagan kshrinishda yozgandi. Larmor ularni aynan hozirda ular nisbiylikning maxsus nazariyasida qo`llanadigan shaklida yozadi. Ustiga-ustak, Larmor, harakatlanayotgan muhitda yorug`lik to`lqini tarqalish tezligi $V=\frac{c}{n}$ formula bilan emas, bu yerda *n* – sinish ko`rsatkichi, balki, unga muhit harakatlanish tezligi ham kirgan nisbatan murakkabroq formula bilan ifodalanishini ko`rsatadi:

$$V'=\frac{V\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)}{\left(1+V\frac{v}{c^2}\right)}.$$

Agar bu tezlik oqim tezligi bilan qo`shilsa, yorug`lik to`lqinining absolyut tezligi

$$w=v+\frac{V\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)}{1+\frac{vV}{c^2}}=\frac{v+V}{1+\frac{vV}{c^2}}.$$

bo`ladi. Bu - tezliklar qo`shilishining relyativistik formulasidir. Ko`rib turganimizdek, Larmor kitobida u Eynshteynning nisbiylik nazariyasidan besh yil oldin mavjud edi. Larmor, o`zining formulasiga tayangan holda Fizo tajribasiga ham, Frenelning ilakishish koeffitsiyentiga ham tushuntirish berdi. Larmor formulasiga binoan

$$V'=V\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\left(1+\frac{Vv}{c^2}\right)^{-1}=V-\frac{v}{n^2}-\left(\frac{1}{n}-\frac{1}{n^3}\right)\frac{v^2}{c}$$

yozish mumkin.

Birinchi ikkita had harakatlanuvchi muhitda yorug`lik tezligi kattaligini beradi:

$$V'+v=V+v\left(1-\frac{1}{n^2}\right),$$

u Fizo tajribasini tushuntiradi va Frenelning ilakishish koeffitsiyentini beradi. "qolgan had bizning gipotezamizga muvofiq ikkinchi tartibdagi tuzatmani beradi, u

Maykelson tajribasining manfiy natijasini o`z ichiga qamrab olgan" deb yozadi Larmor.

Shunday qilib, Larmor harakatlanayotgan muhitlar elektrodinamikasi muammosini to`laligicha hal qildi va barcha optik effektlarni: aberrasiyani, fizo tajribasini, Maykelson tajribasini tushuntirib berdi. U ham, Lorens kabi, material sistema efir orqali harakatlanishi uning o`lchamlarini sezilmas darajada o`lchamlarini o`zgartiradi degan xulosaga keladi. Bu yerda u Fitsjeralä va Lorenslar bilan hamfikrdir.

Lorens o`zining nazariyasini mukammallashtirish va chuqurlashtirish yo`lida "Harakatlanuvchan jismlarda elektr va optik hodisalarga doir nazariyasida to`plangan tajribalar"ida bayon etilgan g`oyalarni rivojlantirib bordi. 1899 yilda u "Harakatlanuvchan jismlarda elektr va optik hodisalarining soddalashtirilgan nazariyasi maqolasi bilan chiqadi, unda u "Tajribalari"da berilgan nazariyani quyidagi o`zgartirishlar kiritgan holda soddalashtiradi:

$$x' = \frac{x}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t - \frac{v^2}{c^2 - v^2} x.$$

Bu natijalar uni qanoatlantirmadi, va 1904 yilda u "Yorug`likning tezligidan kichik tezlik bilan harakatlanuvchi sistemada elektromagnit hodisalar" deb nomlangan asos soluvchi maqolasi bilan chiqadi. Bu yerda Lorens 1903 yilda "Matematik ensiklopediya"da berilgan maqolasida elektron nazariyasining tenglamalarini yozadi, ular 1895 va 1899 yildagi maqolalarda berilmagandi. Shuningdek, u koordinata va vaqtning yangicha o`zgartirishlarini kiritib, quyidagicha yozadi:

$$x' = klx, \quad y' = ly, \quad z' = lz, \quad t' = \frac{l}{k} t - kl \frac{w}{c^2} x,$$

bu yerda $k = \frac{c^2}{c^2 - w^2}$, ya`ni,

$$k = \frac{1}{1-\beta^2}, \text{ bu yerda } \beta = \frac{w}{c}.$$

Lorensning bu o`zgartirishlari Larmor o`zgartirishlariga qaraganda ancha yomonroq, va Lorens eletron nazariyasi tenglamalarining to`liq invariantligiga erishaolmadi, $div\,\vec{d}' = \rho$ tenglama

$$div\,\vec{d}' = \left(1 - \frac{w u_x'}{c^2}\right)\rho'$$

tenglamaning ko`rinishiga kirib qolayotgandi.

Lorens 1912 yilda ushbu ishni qayta nashrdan chiqarayotganda bergan izohlarida nisbiylik tamoyili bilan to`liq muvofiqlashtiraolmaganini tan oladi. "Shu munosabat bilan bu ishdagi ayrim fikr yuritishlarimning ojizligi ko`zga tashlanib qoldi" deb yozadi Lorens.

O`zining ishida Lorens bir qator taxminlarni qiladi. qo`zg`almas efir gipotezasidan tashqari eng muhimlari quyidagilaridir: koordinata va vaqtni o`zgartirish tenglamalari haqidagi gipoteza va elektron deformasiyalanishi haqidagi gipoteza. Lorens, qo`zg`almas elektron tekis zaryadlangan sfera shaklida bo`ladi, harakatlanayotganda esa elektronning "harakat yo`nalishida o`lchamlari *kl* marotaba, perpendikulyar yo`nalishda esa, *l* marotaba kichrayadi" deb hisoblagan.

Undan so`ng Lorens, ikkita mustaqil zarra orasida ta`sir etuvchi kuchlar "elektrostatik sistemadagi elektr kuchlar kabi, xuddi shunday o`zgarishlarga duch keladi" deb hisoblaydi. Bundan Lorens - Fitsjerald qisqartmalari va Maykelson tajribasining tushuntirilishi kelib chiqadi.

Harakatlanayotgan elektron inersiyaga ega bo`ladi. "Tezlanishlar yuzaga keladigan jarayonlarda elektron, harakat yo`nalishida m_1 massaga ega bo`lgandek, harakatga perpedikulyar yo`nalishda esa m_2 massaga ega bo`lgandek o`zini tutadi. Shuning uchun m_1 va m_2 massalarga "bo`ylama" va "ko`ndalang" elektromagnit massalar nomlarini berish maqsadga muvofiq bo`ladi. Men, bundan tashqari, hech qanday "haqiqiy" yoki "material" massa yo`q deb hisoblayman".

Shunday qilib, massa, ya`ni, materiyaning Nyutoncha miqdori tezlikga bog`liq elektromagnit massaga aylandi. Lorensda bo`ylama va ko`ndalang massalar mos ravishda quyidagilarga teng:

$$m_1 = \frac{e^2}{6\pi c^2 R}\frac{d(klw)}{dw}, \quad m_2 = \frac{e^2}{6\pi c^2 R}kl.$$

Aytib o`tish joizki, Lorens ishlarida, shu jumladan, 1904 yildagi ishida ham, nisbiylik tamoyili umuman uchramaydi. Keyinchalik, nisbiylik nazariyasi yaratilganidan so`ng, u 1910 va 1912 yillarda o`qigan nisbiylik tamoyiliga doir ma`ruzalarida Maykelson natijalari haqida bayon etib "Bunday tajribalarining barcha nul effektlari elektronlar nazariyasi tenglamalari orqali tushuntirilishi mumkin, biroq, ayrimlari uchun qo`shimcha gipotezalardan foydalanish lozim bo`ladi" deb yozadi. Ana shularni Lorens o`zining 1904 yildagi hamda undan oldingi, 1887 va 1895 yildagi ishlarida bajardi.

Mashhur fransuz matematik va astronom Anri Puankare (1854 - 1912) 1900 yilda Parijda bo`lib o`tgan fiziklar kongressida Lorensni nisbiylik tamoyilini tan olmaslikda ayiblagandi. Uning o`zi 1905 yilda bosilib chiqqan "Elektron dinamikasiga doir" maqolasida Yer harakatini aniqlashga doir tajribaning chiqqan natijasini "extimol, tabiatning umumiy qonunini tasavvurlashi mumkin" deb ko`rsatadi.

Puankare Lorens o`zgartirishlarini quyidagi ko`rinishda yozadi:

$$x' = kl(x + \varepsilon t), \quad y' = ly, \quad z' = lz, \quad t' = kl(t + \varepsilon x), \text{ bu yerda } k = \frac{1}{\sqrt{1-\varepsilon^2}},$$

bu yerda ε - yorug`lik tezligi birliklarida o`lchalgan sistemaning harakat tezligi.

Puankare, Lorens o`zgartirishlari guruhni tashkil etishini, bunda l birga teng bo`lib qolishini isbotlaydi. "Lorensning o`zgartirishlari" degan nomning o`zi ham Puankarega taalluklidir. Ushbu o`zgartirishlardan kelib chiqadigan xulosalarni o`rgangan Puankare tezliklar qo`shilish formulasini, elektr va magnit maydonlar kuchlanganliklarini, zaryad zichligi, tok zichligi o`zgartirish formulalarini topadi, va, umuman olganda, to`rt o`lchamli relyativistik elektrodinamikani qo`lga kiritgan bo`ldi.

Ammo, ta`kidlab o`tish muhimki, Lorens ham, Larmor ham, Puankare ham, ular o`zlarining nazariyalarini mumtoz elektrodinamika asosida efir konsepsiyasiga tayangan holda rivojlantirdilar. Ularni bu asosda optika va harakatlanuvchi muhit elektrodinamikasiga doir fundamental tajribalarni tushuntirilishi qiziqtirardi. Ular

bunday tushuntirishni va unga mos matematik apparatni topaoldilar. Lekin bu tushuntirish elektromagnit bo`lmagan kuchlar uchun ham yaroqli bo`ladimi, buni ular aytaolmasdilar. Nisbiylik tamoyilini tabiatning yagona va umumiy qonuni sifatida tushunish darajasigacha ular xali yetisha olmagandilar. Fazo va vaqt haqidagi yangicha tasavvurlarni qayta ishlab chiqish uchun fundamental axamiyatga ega bo`lgan yorug`lik tezligining doimiyligi va, ayniqsa, uning chegaraviy qiymati haqidagi masala ular tomonidan ko`rib chiqilmadi. Nisbiylik tamoyilini chuqurroq xis etish va bu bilan birga fazo va vaqt hadigani yangicha tasavvurlarni qayta ishlab chiqish Eynshteynga taalluqlidir, u nisbiylik nazariyaning asl yaratuvchisi bo`ldi.

II BOB. EYNSHTEYNNING NISBIYLIK NAZARIYASI

Nyuton mexanikasi va Yevklid geometriyasining tanqidi

Elektronlar nazariyasidagi harakatlanuvchan muhitlar elektrodinamikasi ko`pgina radikal xulosalarga, va eng avvalo o`zgarmas qattiq zarrachalar haqidagi tasavvurlarning yemirilishiga olib kelardi. qattiq jismlar va o`zgarmas zarralar tabiatda yo`q, jism va zarralarning shakli va o`lchami harakat tezligiga bog`liq bo`ladi. Jismlarning tezligidan zarralarning massasi ham kelib chiqadi, u zarrani o`rab turgan elektromagnit maydonning inersiallik xossalariga bog`liq bo`ladi. Massaning tabiatiga aynan mana shu yangicha nazar materiya "yo`qolishi" haqida gapirishga asos bo`ldi.

Albatta, bularning barchasi an`anaviy taassurotlardan uzoqlashtiradigan, "bizga yaqqoldan" "bizga mavhum"ga, yangicha, o`rganilmagan tomonga burilgan, fizikaviy nuqtai nazaridan yetarlicha sezilarli o`zgarishlar edi. Shu bilan birga elektrodinamika va elektron nazariya mumtoz fizikaning fazo va vaqtga doir asosiy tasavvurlarini o`zgarishsiz qoldirayotgandi. Geometriya yevklidcha bo`lib qolayotgandi, vaqt, Nyutonniki kabi, hamma yerda bir maromda, o`z-o`zidan oqib o`tardi.

Va, garchi Larmor, Lorens, Puankarelarda bitta sistemadan ikkinchisiga o`tishda vaqt qayta o`zgartirilsada, bu o`zgartirish sof rasmiy xarakterga ega bo`lib, fazo va vaqt haqidagi asosiy tushunchalarga hech qancha ta`sir o`tkazmasdi, bu tushunchalar Nyuton davridan o`zgarmas bo`lib kelardi.

Hozir aytganimizdek, fazo va vaqtga doir Nyutoncha tasavvurlar fizikada o`zgarmas bo`lib qolayotgandi. Lekin, fanda bu tasavvurlar tanqid qilinmagan deb aslo aytib bo`lmaydi. Aksincha, matematik va fizikaviy fanlar rivojlanishida shunday onlar bo`lganki, fan "abadiy" holatlarning haqqoniyliga shubha qilgan va ularga qarshi o`laroq yangicha, eskilaridan tubdan farq qiladigan holatlarni qarshi qo`ygan. Ana shunday hol geometriya tarixida uchragan.

Aksioma va teoremalarning tizimi mantiqan shunday mukammal va ichki hissiyot bilan idrok etganda ravshandek bo`lib tuyulardiki, uning haqqoniyligiga hech kim shubha qilaolmasdi. Nyuton uni o`zining mexanikasiga asos qilib olgandi. Barcha jismlarni o`z ichiga sig`dirib olgan mutloq bo`sh, bir jinsli fazoning fundamental tushunchasi yevklidcha fazo edi. Mashhur nemis faylasuf Immanuil Kant Yevklid geometriyasining aksiomalarini tabiatan tug`ma deb hisoblardi.

Ammo, Yevklid tizimida parallel chiziqlarga doir aksioma yoki beshinchi postulat deb nomlanmish bir zaif joyi mavjud edi. Ushbu postulat matematiklar nazarida "tug`ma" haqiqat deb hisoblanishiga unchalik ravshan bo`lib tuyulmasdi. qadimgi ham, yangi zamondagi matematiklar ham beshinchi postulatni "isbotlash" uchun ozmuncha kuch sarflamadilar, biroq, "isbot"ning batafsil tahlili o`tkazilgandan so`ng yevklidcha postulat o`rniga yangicha, eskisiga ekvivalent farazni qabul qilishga to`g`ri keldi.

Va nihoyat, qozonlik matematik, iste`dodli rus olim Nikolay Ivanovich Lobachevskiy (1792 - 1856) 1826 yilda jasurona xulosaga keladi, unga binoan beshinchi postulat o`rniga unga qarama-qarshi boshqasini ilgari surish, va shunga qaramay, mantiqan ziddiyatsiz, yevklidcha geometriyadan farqlanuvchi geometriyani yaratish mumkin ekan. Bu yangicha, noyevklidcha geometriya edi, va garchi u butkul yangi, noyevklidcha fazoni o`rgansada, u ham yevklidcha geometriyasi singari haqqoniy edi.

Lobachevskiy taxmin qilishicha, geometriyalarning qaysi biri haqqoniyroq ekan degan masalaning yechimini faqat tajriba ko`rsatishi mumkin. Bu, geometrik haqiqatlar tug`ma bo`lmay, balki tajriba orqali orttiriladi, faqat tajribadan kelib chiqadi degan ma`noni bildirardi. Fazo haqidagi tasavvurlarning rivojlanishida, ilmiy tafakkur rivojlanishida bu o`ta muhim qadam edi. Ingliz matematik V.Klifford Lobachevskiyni "geometriya Kopernigi" deb atadi, uning ilmiy faoliyatini esa jasorat deb baholadi.

Vaqti pishib yetilganda, ilmiy g`oya bir vaqtning o`zida bir necha boshda paydo bo`lib qoladi. Lobachevskiyning zamondoshlari - vengriyalik matematik Yanosh Bolyay (1802 - 1860) va ularning kattaroq zamondoshi, mashhur matematik K.F.Gauss ham xuddi shunday g`oyaga kelishgandi. Nafsilamrini aytilsa, Gauss hayotligida bu masalaga doir hech narsani bostirmagan, u, o`zining iborasi bilan aytiladigan bo`lsa, "beotiyaliklarning shovqin-so`roni"dan, ya`ni, nodon, johil, biroq baqiroq insonlardan xavfsirardi, ammo Lobachevskiy va Bolÿy ishlarini yuqori baholardi va o`zi ham shunday g`oyalarga kelganligi haqida yozgandi.

Fazoga yangicha nuqtai nazarlarning rivojlanishida nemis matematik Berngard Riman (1826 - 1866) katta rol o`ynadi, u Lobachevskiy, Gauss va Bolÿy hayotliklaridayoq 1854 yili "Geometriya negizida yotgan gipotezalar haqida" nutqi bilan chiqadi. Bu yerda Riman ochiq-oydin "geometriyaning taxminlari ko`lamli kattaliklarning umumiy xossalaridan olib chiqarilmaydi, va aksincha, fazoni boshqa, ko`p marotaba ko`lamroq kattaliklaridan ajratib turuvchi xossalar faqatgina tajribadan olinishi mumkin" deb ta`kidlagandi.

Riman n o`lchamli fazoni olib ko`radi va ushbu fazodagi chiziq elementining uzunligini quyidagi ifoda orqali aniqlaydi:

$$ds^2 = g_{11}dx_1^2 + g_{22}dx_2^2 + \cdots + 2g_{12}dx_1dx_2 + 2g_{13}dx_1dx_3 + \cdots = \sum_{i,k} g_{ik}dx_i dx_k \ .$$

$i \neq k$ uchun barcha $g_{ik} = 0$ bo`lgan holda fazo yassi yoki n-o`lchamli yevklidcha fazo bo`ladi. Boshqa hollarda fazo egrilangan bo`ladi va uning egrilanishi g_{ik} koeffitsiyentlari orqali aniqlanadi. Agar egrilanish musbat bo`lsa,

fazo rimancha sferik fazo, agar manfiy bo`lsa, unda fazo Lobachevskiyning psevdosferik fazosi deb nomlanadi.

Shunday qilib, XIX asr o`rtalarida matematik fikr oddiy uch o`lchamli yevklidcha fazodan ko`p o`lchamli egrilangan fazoga yetib keldi. Fazo va vaqtning Nyutoncha konsepsiyasini tanqid qilishga fiziklarning ham navbati keldi. Nyuton mexanikasining asosiy tushunchalari eng kuchli tanqid qilinishi avstriyalik fizik va faylasuf Ernst Max (1838 - 1916) tomonidan amalga oshirildi.

Max, 1883 yilda uning "Rivojlanishining tarixiy-tanqidiy ocherki" qo`shimcha sarlavhaga ega "Mexanika"si paydo bo`lganda u Pragada professor lavozimida edi. Nyutonning absolyut vaqt konsepsiyasini tanqid qilar ekan, Max Nyutoncha absolyut vaqtni "hech qanday harakat bilan o`lchab bo`lmaydi, binobarin, u hech qanday, na amaliy, na ilmiy ahamiyatga ega emas" deb qayd qiladi. "... Vaqt bu abstraksiya, biz unga narsalarning o`zgarishi orqali kelamiz: ... vaqt haqidagi bizning tasavvurlarimiz narsalarning o`zaro bog`lanishi tufayl paydo bo`ladi" deb aytadi Max.

Nyutondagi vaqt olamdan ajralgan, u narsalardan mustaqil holda mavjuddir, Maxda esa, u narsalar bilan uzviy bog`langan. "Vaqt haqidagi tasavvurlarimizda narsalar orasidagi eng chuqur va eng umumiy bog`lanish mujassamlashgan" deb yozadi Max. Ammo Maxning bu butkul to`g`ri fikri uningg sub`ektiv idealistik falsafasi bilan buziladi. Max yozishicha, vaqt tasavvurlariga biz "hotiralarimiz maydonidagi mazmuni bilan idroq qilishimiz maydonidagi mazmunlari orasidagi bog`lanishi orqali" kelar ekanmiz.

Va bu yerda ham Max Nyutonga nisbatan orqaga chekinadi, Nyutonda vaqt va shu bilan birga fazo ham ob`ektivdir, bizning hissiyotlarimiz va hotiralarimizdan qat`iy nazar, mustaqil mavjuddir. Maxdagi idealistik falsafa uning materialistik tabiiy-ilmiy tasavvurlariga qarshi chiqadi. Max va Avenarius o`zlarining falsafalarida asosiy idealistik nuqtai nazarlari bilan ayrim materialistik xulosalarini mujassamlashtira olganlar.

Max fizik sifatida fazo va vaqtni real buyumlar bilan tig`iz bog`lagan holda Nyutondan o`zib ketadi, va ishni sub`ektiv kechinmalar va hissiyotlarga bog`laganda Nyutondan orqaga chekinadi.

Nyutonning absolyut va nisbiy fazo, absolyut va nisbiy harakatga doir fikrlarini keltirgan Max: "Absolyut fazo va absolyut harakat haqida hech kim hech narsa deyaolmaydi; bular sof abstrakt narsalardir, ularni tajribada aniqlab bo`lmaydi. Mexanikadagi barcha bizning asosiy tamoyillarimiz ... jismlarning nisbiy vaziyatlari va harakatlariga doir tajribadan olingan ma`lumotlardir" deb yozadi. Mexanika nisbiy harakatlar bilan ish ko`rishini bilgan Max o`zining kitobida nisbiylik tamoyiliga hech qanday e`tibor bermaydi va Galileyning nisbiylik tamoyilini chetlab o`tadi. U, "olam tizimidagi nisbiy harakatlar ham, Kopernik ta`limoti nuqtai nazarida ham bir xil va yagonadirlar. Ikkala ta`limot ham bir xilda to`g`ridirlar, faqat so`nggisi soddaroq va qo`llanishda qulayroqdir" deydi. Keyinchalik bu fikrni ayrim ashadiy relyativistlar takrorlashganlarida, ular bu fikr nisbiylik nazariyasi yaratilmasidan ancha oldin va bu nazariyaga yaxshigina shubha bilan qaragan inson, ya`ni, Ernst Max tomonidan aytilganini tilga olishni unutib qo`yardilar.

Absolyut fazo va absolyut harakat haqidagi tushunchalarni tashlab yuborgan Max inersiya qonuniga yangicha yondoshadi. "Erdagi jismlarning yerga bo`lgan munosabati ularning uzoqlashgan osmon jismlarga bo`lgan munosabatlariga keltirilishi mumkin. Agar biz harakatlanayotgan jismlar haqida osmon jismlariga doir tajribada berilganidan ko`ra ko`proq bilamiz deb ta`kidlaydigan bo`lsak, biz nohaq bo`lib qolardik. Shuning uchun, agar biz, jism fazodagi o`z yo`nalishi va tezligini saqlab qolganini aytayotgan bo`lsak, bunda e`tiborga butun olam olinayotgani haqida qisqacha ko`rsatma bo`ladi".

Eynshteyn keyinchalik "Max klassik mexanikaning zaif tomonlarini yaxshi tushungan va umumiy nisbiylik nazariyasiga yetib kelishga unchalik uzoqda bo`lmagan" deb yozadi. Biroq, Max na umumiy, na maxsus nisbiylik nazariyalariga kelaolmagan. U mexanikani maydon g`oyalari bilan, o`zaro ta`sirning chegaraviy tarqalish tezligi fakti bilan bog`lay olmadi. Max tamoyili, unga ko`ra jismning harakati, shu jumladan, inersial harakat ham, unga butun Koinot massalari ta`siri bilan ta`riflanib, oniy ta`sirni, ya`ni uzoqdan ta`sirni nazarda tutadi. Shunday qilib, Max tomonidan Nyutoncha mexanikaning tanqid qilinishi Eynshteynning dunyoqarashini shakllantirishida rol o`ynadi, buni Eynshteynning o`zi Maxga yozgan xatida tan oladi. Yangi mexanikaga pozitiv o`tish yo`lini Max topaolmagan.

Nyutoncha mexanikani Gers ham taftish qilishga urinib ko`rgan. Muallif vafotidan so`ng, 1894 yilda bosilib chiqqan "Yangi ma`lumotlar asosida bayon etilgan mexanikaning tamoyillari" nomli ohirgi risolasida u, kuch tushunchasini olib tashlagan holda mexanikani bayon etishga uringan. Gers mexanikasi sistemasi uchta mustaqil tasavvurlardan, ya`ni, vaqt, fazo tasavvurlardan "kelib chiqadi". Oddiy, sezgilarimiz bilan his etishimiz mumkin bo`lgan massalardan tashqari Gers yashirin, sezilmas massalarni ham kiritadi. Mexanikaning asosiy tamoyilini Gers quyidagi ko`rinishda ta`riflaydi: "Mustaqil material tizimning har bir tabiiy harakati shundan iboratki, tizim o`zgarmas tezlik bilan o`zining biror to`g`ri chiziqli yo`llaridan harakatlanadi. Bog`lanishlar tufayli harakat ushbu tabiiy harakatdan chetlashadi, biroq, barcha mavjud harakatlar, harqalay, imkon qadar bu harakatga yaqinlashadi".

Kitobida berilgan so`zboshisida Gers "Mexanika rivojlanishiga doir Maxning ajoyib kitobidan juda minnatdor" ekanligini bildiradi. O`z navbatida, "Mexanikasi"ning uchinchi nashridagi so`zboshisida 1897 yil yanvarda Max: "Hozirgi paytda mexanika fizikaga yangicha munosabatda bo`lishga moyillik kuzatilmoqda, bu narsa ayniqsa G.Gers ishlarida ko`zga tashlanayapti" deb yozadi. Biroq na Max, na Gers mexanikani o`zgartira olmadilar va "fizikaga yangi munosabatlariga" qo`yaolmadilar. Buning uddasidan faqat Eynshteyn chiqaoldi.

Eynshteyn. Albert Eynshteyn 1879 yil 14 martda Ulm shahrida (Germaniya) savdogar German Eynshteyn oilasida tug`ildi. Otasi nisbatan to`qroq va barqaror hayot ko`rish uchun oilasi bilan u shahardan bu shaharga, u mamlakatdan bu mamlakatga tez-tez ko`chib yurgan. Albert tugallangan o`rta ma`lumotga ega bo`laolmadi va 16 yoshida Syurixdagi (Shveytsariya) Oliy texnika maktabiga kirishga harakat qiladi. Kirish imtihonlaridan yiqilgandan so`ng u shveytsariyalik Aarau kantonidagi viloyat o`rta maktabiga o`qishga kiradi. Ushbu

maktabni 1896 yili tugatgandan so`ng u yana o`sha, Syurixdagi Oliy politexnika maktabiga pedagogika fakulòetiga o`qishga kiradi. Eynshteynning o`qishi tekis kechmagan. U majburiy mashg`ulot va ekzamenlarni hushlamasdi va uning o`zini qiziqtirgan narsa bilan shug`ullanishni afzal ko`rardi. Maktab tugatganligi haqidagi diplomni u 1900 yil 2 avgustda oldi. Maktabni tugatgandan so`ng Eynshteyn uchun mashaqqatli kunlar boshlandi. Italiyada yashagan oilasi uni mablag` bilan ta`minlay olmasdi, oilaning ahvoli nochor edi, uning ustiga 1902 yilda otasi ham vafot etadi. Eynshteyn boshiga tirikchilik qayg`usi tushdi. U pedagogik faoliyat bilan shug`ullanishga urinib ko`rdi. 1901 yilning may oyidan boshlab u Vintetura shahridagi texnikumida bir necha oy matematikadan dars berib yurdi. Xuddi shu yili u o`zining "Kapillyarlik hodisalaridan xulosalar" nomlangan birinchi ishini e`lon qiladi. Undan so`ng u bir necha oy repetitor sifatida ishlab yurdi, va nihoyat 1902 yilda Berndagi Shveytsariyalik patent byurosida texnik nazoratchi doimiy lavozimini egalladi. Bu lavozimda u 1902 yilning 23 iyunidan 1909 yilning15 oktyabriga qadar egallab turdi. Aynan shu yerda, Berndagi patentlar byurosining kamsuqum xizmatchisi lavozimida ishlab yurib, Eynshteyn mashhur olimga aylandi.

Eynshteynning dastlabki ishlari molekulyar fizika va termodinamikaga bag`ishlangan edi. Ushbu tadqiqotlar davomida Eynshteyn u vaqtda uning mavjudligi haqida bilmagan broun harakati nazariyasini yaratadi. Bunga taalluqli maqola, "Molekulalarning o`lchamlarini yangicha aniqlash", 1905 yilda bosilib chiqdi. Xuddi shu yili "Annalen der Physik"ning 17 jildida yorug`likning kvant xususiyatlariga bag`ishlangan "Yorug`lik paydo bo`lish va o`zgarishiga doir bitta evristik nuqtai nazari haqida" maqolasi paydo bo`ldi; xuddi shu jildda yana bitta, maxsus nisbiylik nazariyaning asoslarini o`z ichiga mujassamlashtirgan "Harakatlanuvchan muhitlar elektrodinamikasiga doir" maqolasi bosilib chiqdi. Bu maqolalarning har biri muallif nomini abadiylashtirishga yetarli ishlar edi.

1906 yilning yanvar oyida Eynshteyn doktorlik dissertasiyasini himoya qiladi. 1905 - 1908 yillarda bosilib chiqqan broun harakatiga doir Eynshteynning ishlari siklidan birinchisi bu "Molekulalar o`lchamlarining yangicha aniqlash" maqolasi bo`ldi. 1907 yilda Eynshteyn issiqlik sig`imi kvant nazariyasini yaratadi.

1908 yilda Eynshteyn Bern universitetining privat-dotsenti etib tasdiqlanadi. 1909 yilda u Syurix universiteti ekstraordinar professori lavozimiga saylanadi va patentlar byurosi bilan xayrlashadi.

1911 yilda Eynshteyn Pragaga nazariy fizika professori bo`lib ko`chib o`tadi. Bir yildan so`ng u yana Syurixga qaytadi, endi u bir paytlari o`zi tahsil olgan Oliy texnika maktabi professori lavozimidadir. Bu joyda u 1914 yil aprel oyiga qadar bo`ldi, bunda u Berlindagi Prussiya fanlar Akademiyasiga a`zoligiga saylanadi va Berlinga ko`chib o`tadi. Bu yerda u umumiy nisbiylik nazariyasini yaratadi, de Gaaz bilan birgalikda Amperning molekulyar toklari mavjudligini isbotlovchi mashhur tajribani o`tkazadi (Eynshteyn - de Gaaz effekti). 1922 yilda Eynshteynga Nobel mukofoti beriladi.

Yigirmanchi yillarda Eynshteyn nasistlar tomonidan quvg`inga uchraydi. Nasistlar hukumat tepasini egallaganlaridan so`ng Eynshteyn Prussiya fanlar Akademiyasi tarkibidan chiqadi va Germaniyani tark etadi. U AQShdagi oliy

tadqiqotlar Prinston instituti taklifini qabul qiladi va 1933 yil aprel oyidan ushbu institutning a`zosi etib tayinlanadi.

Eynshteyn o`zi chiqargan massa va energiya orasidagi munosabatning fojeali amalga oshirilishigacha yashadi. Aynan Eynshteyn 1939 yilda prezident Ruzveltga yuborilgan atom energiyaga doir ishlarni tezlashtirish lozimligi haqidagi xatni imzolagandi.

Eynshteyn Xirosima va Nagasaki fojeasini qattiq qayg`u bilan kutib oldi. 1955 yil 18 aprelida sodir etilgan vafotiga qadar, u tinchlikga, atom urushini bartaraf etishga da`vat qilib keldi.

Nisbiylik nazariyasiga doir Eynshteynning asos soluvchi ishi "Harakatlanuvchan muhitlar elektrodinamikasiga doir" deb nomlanadi. Maqola nomining o`zi harakatlanuvchan muhitlar elektrodinamikasi yo`nalishida yozilganligini ko`rsatib turibdi, va maqolaning ikkinchi qismi Maksvell - Gersning elektrodinamikadagi tenglamalar vakuum uchun o`zgartishlarini o`z ichiga olgandi. Ammo Eynshteyn ishining asosiy mazmuni elektrodinamika doirasidan ancha chiqib ketgan va fazo va vaqt muammolariga doir yangicha yondoshuvni o`z ichiga qamrab olgandi. Ana shu yondoshuv va nafaqat elektromagnit, fizik hodisalarga, balki barcha narsalarga keng va umumiy nuqtai nazari bilan Eynshteyn ishi Larmor, Lorens, Puankare va harakatlanuvchan muhitlar elektrodinamikasining boshqa tadqiqotchilari ishlaridan keskin ajralib turadi.

Eynshteynga eng yaqin kelganlaridan Puankare bo`ldi. Lekin Puankare o`zining xulosalarida noizchil, beqaror bo`ldi. 1902 yillardayoq nisbiylik tamoyilini tabiatning universal qonuni sifatida shakllantirib bergan Puankare "nisbiylik postulatini" inkor etuvchi yangi eksperimental dalillar topilganda undan voz kechish mumkin deb hisoblaydi. Bu bilan u, umuman olganda, eksperimental tarzda nisbiylik nazariyasi inkor etilishini kutib turgan raqiblar nuqtai nazarini ma`qullagan bo`ldi.

Faqat Eynshteyn nisbiylik tamoyili bu energiya saqlanish qonunidek absolyut kuchga ega qonun ekanligiga tushunib yetdi. Bunday pozitsiyalardan nisbiylik nazariyani oqlovchi tajribalarini axtarish abadiy dvigatel qurishdek gap bo`lib qolardi. Maykelson tajribasi va unga o`xshaganlarini amalga oshirib bo`lmaydi, chunki ular nisbiylik nazariyasiga zid keladilar.

Ana shu nazariyaning negizlarini Eynshteyn o`zining maqolasida asoslaydi. Maqolasining eng boshida Eynshteyn elektromagnit induksiya hodisasi haqida gapiradi, u " faqat o`tkazgich bilan magnitning o`zaro nisbiy harakatlariga ... bog`liqdir". "Shunga o`xshash misollar, shu jumladan, "yorug`lik eltuvchi muhit"ga nisbatan Yerning ham harakatini aniqlashga urinishlar, nafaqat mexanikada, balki elektrodinamikada ham hodisalarning hech qaysi xususiyatlari absolyut tinchlik tushunchasiga mos kelmaydi, va xatto, taxmin qilishimizcha, mexanikaning tenglamalari haqqoniy bo`lgan barcha koordinat sistemalari uchun xuddi shu elektrodinamik va optik qonunlar ham haqqoniydir, ular birinchi tartibli kattaliklar uchun endi isbotlangan. Bu taxmin (uning mazmunini bundan buyon "nisbiylik tamoyili" deb ataylik) biz shartga aylantirmoqchimiz, undan tashqari, birinchisiga qarama-qarshi bo`lib tuyuladigan qo`shimcha farazni, ya`ni, bo`shliqda yorug`lik nurlantirayotgan jismning harakat holatiga bog`liq bo`lmagan

aniq V tezlik bilan tarqalishini faraz qilishimiz lozim. Ana shu ikkita shart tinch holatdagi jismlar uchun Maksvell nazariyasini asos qilib olgan holda sodda, ziddiyatlardan xoli bo`lgan harakatlanuvchan jismlarning elektrodinamikasini yaratishga yetarli bo`ladi.

"Yorug`lik eltuvchi efirni" kiritilishi unda ortiqcha bo`lib qoladi, chunki taklif qilinayotgan nazariyada alohida xususiyatlarini o`ziga jamlagan "absolyut tinch holatdagi fazo" kiritilmaydi, shuningdek, elektromagnit jarayonlar bo`lib o`tayotgan bo`sh fazoning hech qaysi nuqtasiga biror tezlik vektori qo`shilmaydi" deb davom etadi Eynshteyn.

Undan so`ng Eynshteyn, nazariya rivojlanishi "qattiq jism kinematikasida, chunki har qanday nazariyaning mushohadalari qattiq jismlar (koordinat sistemalar), soat va elektromagnit jarayonlar orasidagi munosabatlarga taalluqlidir. Bu narsaning yaxshi anglamasligi barcha qiyinchiliklarimizning negizidir, ularni yengib o`tish harakatlanuvchan muhitlar elektrodinamikasi chekiga tushgan" deb ko`rsatadi.

Biz Eynshteynning "Harakatlanuvchan muhitlar elektrodinamikasiga doir" klassik ishiga yozilgan so`zboshining deyarli xammasini keltirdik. Unda juda aniq - tiniq qilib harakatlanuvchan muhitlar elektrodinamikasiga doir boshqa ishlaridan tubdan farq qiluvchi asosiy g`oyalari bayon etilgan. Asosiy mohiyat qilib nisbiylik tamoyili va yorug`lik tezligi doimiyligi olingan. "Yorug`lik eltuvchi efir" olib tashlandi, Maksveell, Gers, Larmor, Lorens, Puankare, ular barchasi bu tushunchasisiz ish ko`raolmagandilar. Va nihoyat, har qanday fizikaviy nazariya qattiq jismlar, soat va elektromagnit jarayonlar (bu yerda Eynshteyn yorug`lik tarqalishini nazarda tutadi) orasidagi munosabatlariga asoslanganligini ko`rsatadi.

Biroq, Eynshteyn o`zidan avvalgi ajdodlari haqida umuman og`iz ochmaydi. U harakatlanuvchan iga doir nimalarni o`rgangan? Yer harakatini aniqlashga doir amalga oshirilmay qolgan qanday urinishlarni u nazarda tutgan bo`lishi mumkin? Nisbiylik nazariyasi "birinchi tartibli kattaliklar uchun" isbotlanganligini ta`kidlaganda u nimani nazarda tutgan? Bu savollarga javob topish mushkul. Eynshteynning butun boshli maqolasida adabiyotga, birlamchi manbalarga yo`naltirilgan hech qanday dalil yoki ishora yo`q. Keyinchalik, Eynshteyn o`z ishini yozayotganda Maykelson tajribasi haqida eshitmagan va bilmaganini ta`kidlaydi. Ammo, agar u nisbiylik tamoyilining birinchi tartibi isboti keltirilgan Lorensning 1895 yildagi ishini o`rganib chiqqan bo`lsa, o`sha maqolasida ushbu ishni u tilga olgan, unda Maykelson tajribasi haqida eshitmagan bo`lishi mumkin emas. Eynshteyn, nisbiylik nazariyasi muammosi ustida o`n olti yasharligida ish boshlagan va o`n yil davomida fikr yuritib kelgan. Ana shu uzoq davom etgan uy-fikrlar bu ishning bosh manbai bo`lib qoldi. Eynshteyn ko`rsatadiki, bu fikrlashlar davomida tajriba faktlardan unga eng kuchli ta`sir etganlari bu aberrasiya va harakatlanuvchan suvda yorug`lik tarqalish tezligini o`lchashga doir tajribalar ekan. Uning fikricha, shuning o`zi unga yetarli bo`lgan.

Aytib o`tsh joizki, Eynshteynning barcha yangi ishlari xarobazor, bo`sh yotgan joyda qurilgan binoning taassurotini qoldiradi, chunki birlamchi manbalarga hech qanday ishora, avvalgilarning hech qaysi ishi ko`rsatilmagan. Statistik fizikaga doir ishlarini e`lon qilar ekan, Eynshteyn Gibbs statistikasi

haqida hech vaqo bilmaydi, broun harakatiga doir maqolasini nashrdan chiqarayotib, Eynshteyn haqiqatdan ham ana shunday harakat mavjudligini bilmaydi. Shuning uchun ham, extimol, u Maykelson tajribasi va Lorensning asos soluvchi ishi haqida bilmagan bo`lishi mumkin. Lekin, shu bilan birga Yer harakatini aniqlashga doir urinishlarning salbiy natijalari, birinchi tartibli nisbiylik tamoyili mavjudligi unga ma`lum bo`lgan. Nihoyat, efir haqidagi uning ta`kidlari u absolyut qo`zg`almas fazo konsepsiyasiga qarshi chiqqanligi, va shu bilan birga, Nyutonning ushbu konsepsiyasini tanqid qiluvchi Maxning nuqtai nazariga qo`shilishini ko`rsatadi.

Bularning barchasi, Eynshteynda o`tmishdoshlari bo`lganligini va u ularning ishlari haqida ozmi, ko`pmi, xabardor bo`lganligini ko`rsatadi. Eynshteynning ishi, u qanchalik yangicha va yondoshuvi original bo`lmasin, harakatlanuvchan jismlar elektrodinamikasi bilan uzviy bog`langandir, buni Eynshteynning o`zi ham nafaqat sarlavhasi bilan, balki maqolasining maqsadiy yo`naltirishi bilan ham ta`kidlab o`tgan. Eynshteynning maqolasi o`z vaqtida chiqdi, u o`z zamonasidagi fizikaning eng muhim, zaruriy masalalariga qaratilgandi.

Aytib o`tsh joizki, Eynshteynning barcha yangi ishlari xarobazor, bo`sh yotgan joyda qurilgan binoning taassurotini qoldiradi, chunki birlamchi manbalarga hech qanday ishora, avvalgilarning hech qaysi ishi ko`rsatilmagan. Statistik fizikaga doir ishlarini e`lon qilar ekan, Eynshteyn Gibbs statistikasi haqida hech vaqo bilmaydi, broun harakatiga doir maqolasini nashrdan chiqarayotib, Eynshteyn haqiqatdan ham ana shunday harakat mavjudligini bilmaydi. Shuning uchun ham, extimol, u Maykelson tajribasi va Lorensning asos soluvchi ishi haqida bilmagan bo`lishi mumkin. Lekin, shu bilan birga Yer harakatini aniqlashga doir urinishlarning salbiy natijalari, birinchi tartibli nisbiylik tamoyili mavjudligi unga ma`lum bo`lgan. Nihoyat, efir haqidagi uning ta`kidlari u absolyut qo`zg`almas fazo konsepsiyasiga qarshi chiqqanligi, va shu bilan birga, Nyutonning ushbu konsepsiyasini tanqid qiluvchi Maxning nuqtai nazariga qo`shilishini ko`rsatadi.

Bularning barchasi, Eynshteynda o`tmishdoshlari bo`lganligini va u ularning ishlari haqida ozmi, ko`pmi, xabardor bo`lganligini ko`rsatadi. Eynshteynning maqolasi ikki qismdan iborat. Birinchi, kinematik qismi fazo va vaqtning yangicha nazariya asoslarini tashkil etadi, ikkinchi qism elektrodinamika qismi bo`lib, unda harakatlanuvchan jismlarning elektrodinamikasiga nisbiylik nazariyasi tadbiqi jamlangan.

Kinematik qismi ayni bir vaqtda yuz berishlikning ta`rifidan boshlanadi. Eynshteyn "bir vaqtda yuz berishlik" va "vaqt" tushunchalarini yuzaga keltiruvchi fazoda ajratilgan soatlarni yorug`lik signallari orqali sinxronlashtirish usuli haqida bayon qiladi.

Ta`kidlab o`tish joizki, soatlarni yorug`lik signallari orqali sinxronlashtirish usuli 1900 yilda A.Puankare tomonidan taklif qilingandi. Puankare fikricha, bunday usul bilan sinxronlashtirilgan soatlar "haqiqiy" emas, balki "mahalliy" $t' = t - \frac{vx}{c^2}$ vaqtni ko`rsatadi. "Mahalliy" va "haqiqiy" vaqtlarning farqlanishi vaqt tushunchasini ta`riflashda Puankarening noizchilligini ko`rsatadi va Eynshteyncha

ta`riflanishidan farq qiladi. Eynshteynda sinxronlashtirilgan soatlar ko`rsatuvchi vaqtdan farqlanuvchi hech qanday "haqiqiy" vaqt mavjud emas. Bu borada u "o`zidan o`zi" oqib o`tuvchi Nyutonning absolyut vaqt konsepsiyasi bilan uzil-kesil xayrlashadi.

Shundan so`ng Eynshteyn o`zining nazariyasini ikkita postulat asosida rivojlantiradi:

"1. Fizik sistemalarning holatlari o`zgarishini ko`rsatuvchi qonunlar biri biriga nisbatan tekis va to`g`ri chiziqiy harakatlanayotgan ikki xil koordinat sistemalarning qaysi biriga bu holat o`zgarishlari sodir etilishi taalluqli ekani bog`liq bo`lmaydi.

2. "Tinch" holatdagi koordinat sistemada har bir yorug`lik nuri, u harakatlanayotgan jismdan yoki tinch holatdagi jismdan nurlantirilishidan qat`iy nazar, aniq *V* tezlik bilan harakatlanadi".

Ushbu postulatlar, ya`ni, nisbiylik tamoyili va yorug`likning tarqalish tezligi doimiyligi tamoyillari Eynshteynning nisbiylik nazariyasi asosini tashkil etadi. Ulardan kelib chiqqan holda Eynshteyn to`lqin uzunliklarining nisbiylgini va bir vaqtda sodir etilishning nisbiyliklarini qo`lga kiritadi. Undan so`ng Eynshteyn ushbu postulatlaridan koordinata va vaqtni o`zgartirish formulalarini chiqaradi, ularni Puankare taklifiga ko`raLorens o`zgartirishlari deb nomlanadi, garchi tarixan ular Larmor - Eynshteyn o`zgartirishlari deb nomlanishi haqiqatga yaqinroq bo`lardi. Larmor ularni ilk bor 1900 yilda postulat sifatida ta`riflagandi, Eynshteyn esa ularni 1905 yilda chiqardi. Eynshteyn belgilashlarida bu formulalar quyidagi ko`rinishga ega:

$$\tau = \beta\left(t - \frac{v}{V^2}x\right), \quad \eta = y, \quad \zeta = z, \quad \xi = \beta(x - vt), \quad \beta = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{V}\right)^2}},$$

bu yerda *x*, *y*, *z*, *t* – tinch holatdagi sistemadagi nuqtaning koordinatalari va vaqti (tinch holatdagi sistema deb Eynshteyn Nyuton qonunlariga amal qiluvchi sistemani ataydi), ξ, η, ζ, τ – tezlik *v* bilan *x* o`q bo`ylab tekis va to`g`ri chiziqiy harakatlanayotgan sistemadagi koordinata va vaqtdir.

Ushbu o`zgartirishlardan masshtablar qisqarishi va soatlar yurishining sekinlashishi kelib chiqadi. Lorens - Fitsjerald qisqartirishlari Lorens nazariyasidagi kabi biror kuchlar ta`siri natijasida emas, balki fazo va vaqt xossalari sifatida avtomatik tarzda kelib chiqadi.

Undan so`ng Eynshteyn tezliklar qo`shilish qonunini chiqaradi:

$$u = \frac{\sqrt{\left(v^2 + w^2 + 2vw\cos\alpha\right)^2 - \left(\frac{vw\cdot\sin\alpha}{V}\right)^2}}{1 + \frac{vw\cos\alpha}{V^2}}.$$

Agar tezliklarni tashkil etuvchilari *v* va *w* biri biriga parallel va *x* o`qiga ham parallel bo`lsalar, bu hol uchun formula quyidagi ko`rinishga ega bo`ladi:

$$u = \frac{v + w}{1 + \frac{vw}{V^2}}.$$

Bundan, tezliklar jamlanganda natijaviy tezlik *u* har doim yorug`lik tezligi *V* dan kichik, shuningdek, yorug`lik tezligi boshqa ixtiyoriy tezlik bilan jamlanganda bir xil *V* qiymatni beradi.

Maqolasining ikkinchi qismida Eynshteyn elektr va magnit maydon komponentalari uchun o`zgartirish tenglamalarini, aberrasiya qonunini va Dopler tamoyilini topadi. Maqola kuchsiz tezlashtirilgan elektron dinamikasiga doir lavha bilan tugaydi. Bu yerda Eynshteyn bo`ylama va ko`ndalang massalar uchun ifodalarini hamda elektronning elektr va magnit maydonlarda harakatlanish qonunlarini keltiradi.

1905 yildagi maqolasiga xuddi shu, 1905 yildagi "Annalen der Physik"ning 18-jildida e`lon qilingan kichikroq lavha ham qo`shilgan. Lavha "Jismning inersiyasi unda mujassam bo`lgan energiyasiga bog`liq bo`ladimi" deb nomlangan. Eynshteyn, jism energiya *L* ni nurlantirsa, uning massasi $\frac{L}{V^2}$ ga kichrayadi, degan xulosaga keladi. Bundan, u anchagina umumiy bo`lgan xulosaga keladi: "Jismning massasi undagi mujassam energiyaning o`lchovidir; agar energiya *L* kattalikga o`zgarsa, massa mos ravishda $L/\left(9\cdot 10^{20}\right)$ ga o`zgaradi, bunda bu yerdagi energiya erglarda, massa esa grammlarda o`lchanadi".

Ana shunday tarzda Eynshteynda massa va energiya orasidagi mashhur munosabat ilk bor paydo bo`ladi, u hozirda odatda $E=mc^2$ formula ko`rinishida yoziladi.

Ushbu natijani Eynshteyn nurlanishni ko`rayotganda qo`lga kiritgandi. Xulosada Eynshteyn "Agar nazariya faktlarga mos kelsa, unda nurlanish nurlantiruvchi va yutuvchi jismlar orasidagi energiyani eltadi" deb yozadi.

1906 yilda Eynshteyn "Og`irlik markazi harakati saqlanish qonuni va energiyaning inersiyasi" maqolasi bilan chiqadi. Bunda u fikriy eksperimenti orqali massa va energiya orasidagi munosabatni asoslab beradi. Bo`sh qutida ikkita bir xil jism, ya`ni, nurlantirgich va qabul qilgich mavjud bo`lsin. Qutining chap tomonida joylashgan jism *A* yorug`lik nurlantirganda, quti devoriga yorug`lik bosimi ta`sir etadi, uning ta`siri natijasida *M* massaga ega quti $\frac{1}{V}\frac{S}{M}$ tezlik bilan harakatlanadi, bu yerda *S* – nurlantirayotgan energiya, *V* – yorug`lik tezligi. Quti bu tezlik bilan qarama-qarshi devor tomonida joylashgan *B* jism kelayotgan energiya *S* ni yutgunga qadar harakatlanadi. Bu vaqt davomida quti chap tomonga $\delta=\frac{1}{V}\frac{S}{M}\frac{a}{V}$ masofaga surilishga ulguradi, bu yerda *a* – masofa *AB*. Jismlar *A* va *B* bir xil bo`lgani uchun, vaznsiz uzatkich mexanizmi yordamida ularning joylari almashtirilishi mumkin, va natijada jism *B* olgan energiyasini qaytarib berishi mumkin. Shunday yo`l bilan energiya sarf qilinmasdan quti *M* jarayon takrorlanishi oqibatida ixtiyoriy masofaga surilishi mumkin. "Ravshanki, olingan natija ichki ziddiyatga ega emas, ammo u mexanikaning asosiy qonunlariga ziddir, ularga ko`ra dastlab tinch holatda bo`lgan jism unga boshqa jismlar ta`sir o`tkazmasa, siljiy ololmaydi" deb yozadi Eynshteyn.

M massaga ega quti xuddi shu vaqt ichida qarama-qarshi tomon δ masofaga siljiydi, natijada sistemaning inersiya markazi avvalgi holatda qoladi; agar

$\delta M = am$ yoki $M\frac{1}{V}\frac{S}{M}\frac{a}{V}$ bo`lsa, unda $m = \frac{S}{V^2}$ – massa bilan energiya orasidagi munosabatdir.

Eynshteyn fikriy eksperiment yordamiga massa va energiya orasidagi munosabatni chiqarish maqsadida nazariy jihatdan Maksvell tomonidan va eksperimental P.N.Lebedev tomonidan isbotlangan yorug`lik bosimi ifodasidan foydalangandi.

Relyativistik dinamikani 1906 yilda M.Plank qayta ishlab chiqishini boshlagandi. Bu vaqtga kelib tez harakatlanayotgan elektronlarda massaning tezligiga bog`lanishini o`rganishga doir tajribalarni o`tkazayotgan V.Kaufman (1871 - 1947) ishlari katta qiziqish uyg`ota boshladi. 1901 yilda boshlangan Kaufman tajribalari elektron massasi uning tezligiga so`zsiz bog`lanishini ko`rsatdi, biroq bu bog`lanishning xarakterini topish mushkul edi. Kaufmanning o`zi, tajribalari massa tezlikga bog`lanishi Lorens -Eynshteyn aytganlaridek, $\left(m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\beta^2}} \right)$ emas, balki Abragamniki singari ekanligini ko`rsatdi, deb hisoblardi.

Maks Abragam (1875 - 1922) 1902 - 1903 yillarda elektron - qattiq zaryadlangan sharcha tasavvurlariga asoslangan holda elektron massasi uning tezligiga bog`lanishini ifodalovchi yetarlicha murakkab formulasini chiqardi.

Kaufmanning natijalari Plank va boshqa fiziklar tomonidan tanqid qilindi, ular Kaufmanning tajribalari yetarlicha aniq emasligini ko`rsata oldilar. Keyinchalik boshqa fiziklarning ishlarida Lorens - Eynshteyn formulasi o`z tasdig`ini topdi.

Nisbiylik nazariyasi va elektron nazariyasi g`oyalarini targ`ib qilish va rivojlantirilishida buyuk fransuz fizik Pol Lanjeven katta jonbozlik ko`rsatdi.

Pol Lanjeven 1872 yil 23 yanvarda parijlik hunarmand oilasida tug`ildi. Lanjeven Parij munitsipalitetining fizika va kimyo maktabini bitirdi, aynan shu maktabda Pyer Kyuri fizikadan darslarni olib borardi.

1891 yili maktabni bitirgandan so`ng Lanjeven oliy o`quv muassasaga o`qishga kirishga tayyorgarlik ko`ra boshladi va 1893 yilda Oliy normal maktabga kirish imtixonlarini topshirdi. Ushbu maktabni 1897 yili bitirgandan so`ng Lanjeven Parij shahrining stipendiyasi hisobiga Angliyaga, Kembridjga, mashhur Kavendish laboratoriyasiga ketadi, u vaqtlarda laboratoriyani J.J.Tomson boshqarardi.

Kavendish laboratoriyasida u vaqtlarda gazlar elektro`tkazuvchanligiga doir intensiv tadqiqotlar olib borilardi. Bu narsa Lanjevenning dastlabki tadqiqotlari yo`nalishini belgilab berdi. Uning "Ionlashgan gazlar sohasidagi tadqiqotlar" doktorlik dissertasiyasi 1902 yili himoya qilindi. Himoyadan so`ng Lanjeven Fransiyaning 1530 yilda asos solingan eng qadimgi o`quv muassasalaridan biri - Kollej de Fransda mustaqil kursni o`qiy boshlaydi. Keyinchalik Lanjeven "Kollej de Fransda fizika" deb nomlangan tarixiy ocherkni yozadi.

Gazlar ionizasiyasiga doir ishlar olib borgan Lanjeven elektron nazariyasi bilan chuqur qiziqib qoladi. O`zining dissertasiyasidayoq u ushbu nazariya haqida gapiradi, uning fikricha bu fanda yangi era boshlanishidan darak beradi. U, Lorens

va Larmor ishlari efirdan, "Koinotning bu substratidan (negizidan) materiyani tasavvurlovchi murakkab muhitni" yaratishga urinish deb hisoblaydi.

Lanjeven J.Tomson tomonidan elektron kashf qilinishi va Lorens tomonidan elektronlar nazariyasi asosida Zeeman effekti tushuntirilishi haqida gapiradi. U, "elektronlar" yoki Tomson terminologiyasi bo`yicha korpuskulalar "ravshanki, birinchi darajali ahamiyatga ega" deb hisoblaydi.

1904 yil 22 sentyabrda Lanjeven San-Luida bo`lib o`tgan kongressda "Elektronlar fizikasi" keng ko`lamli ma`ruzasini o`qiydi. Ushbu maqolada Lanjeven so`zsiz Lorens tomonini yoqlaydi hamda efir va elektronlar fizikasini batafsil rivojlantiradi va elektron nazariyasi oldida paydo bo`ladigan qiyinchiliklarni ko`rsatib beradi.

Fundamental qiyinchiliklar mavjudligiga qaramay elektron nazariya ko`pgina narsalarni, ya`ni, qutblanishni, ionlashish jarayonlarini, termoelektron emissiyani, metallarning elektro`tkazuvchanligini tushuntirib berishga qodir bo`lib qoldi. Bu yerga Lanjeven magnetizmni ham qo`shadi. 1905 yilda u "Magnetizm va elektronlar nazariyasi" maqolasini chop ettiradi, unda u elektron nuqtai nazaridan diamagnetizm va paramagnetizmlarni tushuntiradi. Lanjevenning ushbu nazariyasi darsliklarga kiritildi va magnit hodisalarni nazariy talqin qilishda dastlabki qadam bo`ldi, ungacha bular fenomenologik jihatdangina o`rganilardi.

Xuddi shu, 1905 yili Lanjeven "Erning ilgarilanma harakatini fizik tajribalar orqali aniqlash mumkin emasligi haqida" lavhasini e`lon qiladi. Ushbu lavha 1904 yildagi ma`ruzasi g`oyasiga qo`shiladi. Lanjeven, Lorensning 1904 yildagi maqolasiga va Larmorning "Efir va materiya" kitobiga ishora qilib, "elektron nazariya to`laligicha va yaqinlashuvlarining barcha tartiblarida statistik o`lchashlar orqali yoki muvozanat holatlari, yoki optikadagi interferension tasmalar kuzatuvlaridan elektronlarning butun sistemasi harakatini aniqlash mushkuligini oldindan ko`ra bildi, va agar kuzatuvchining o`zi ham u bilan birga qo`shilib harakatlanayotgan bo`lsa, uni umuman aniqlab bo`lmaydi" deb yozadi. Shunday sistemalar qattiq jismlardir, ular ichki elektromagnit kuchlar ta`siri ostida "harakat yo`nalishida qisqarishlariga duch keladilar, natijada harakat yo`nalishiga parallel barcha chiziqiy o`lchamlar $\sqrt{1-\beta^2}$ ga ko`paytiriladi, bu yerda β sistemaning harakat tezligini yorug`lik tezligiga nisbatini ifodalaydi; bunda harakat yo`nalishiga perpendikulyar o`lchamlar o`zgarishsiz qoladilar" deb ko`rsatadi.

Keyingi ishlarda - "Fazo va vaqt tushunchalarining evolyutsiyasi" (1911), "Vaqt, fazo va sababiylik zamonaviy fizikada" (1911) - Lanjeven butkul Eynshteyn nuktai nazarini qabul qilib oladi va endi u nafaqat elektromagnit, balki barcha fizikaviy jarayonlarga tadbiq etilishi mumkin bo`lgan umumiy nisbiylik tamoyili haqida gapiradi.

"Agar kuzatuvchilarning turli guruhlari bir tekis va ilgarilanma harakatlanib biri biriga nisbatan siljiyotgan bo`lsalar..., unda barcha mexanik va fizik hodisalar barcha guruhlar uchun bir xil qonunlarga bo`ysunadi. Kuzatuvchi bilan bog`langan material sistemaning ichida o`tkazilgan tajribalar shuni ko`rsatadiki, unga yahlit sistemada tekis ilgarilanma harakatini aniqlashga imkon bermaydi" deb yozadi Lanjeven birinchi maqolasida.

Birinchi jahon urushi yillarida Lanjeven suvosti kemalar bilan kurashishga doir muammo ustida intensiv ishlar olib boradi. U kvars generatori tomonidan nurlantiruvchi ulòratovush to`lqinlar yordamida lokasiya tizimini qayta ishlab chiqdi. Effektiv amaliy ahamiyatidan tashqari Lanjeven usuli ulòraakustika rivojlanishiga chuqur ta`sir ko`rsatdi.

Lanjeven atom massalarining yahlit qiymatlaridan chetlashishlarini tushuntirishda massa va energiya bog`lanish qonuni ahamiyatini ko`rsatib bergan birinchi fizik edi. Bu chetlashishlar, deb ko`rsatadi Lanjeven, "birlamchi elementlaridan atomlarining paydo bo`lishi (radioaktivlikda kuzatganimizdek, parchalanish yo`li orqali, yoki og`ir atomlardan hosil bo`luvchi teskari jarayon yordamida, biz uni xanuzgacha kuzatganimiz yo`q) nurlanish chiqarish yoki yutilishi tufayli ichki energiyaning o`zgarishi bilan kechishi orqali sodir etilishi mumkin".

Bu 1913 yildagi "Energiyaning inertligi va undan kelib chiqqan xulosalar" dokladida aytilgandi. Fizika, Rezerford tomonidan 1911 yilda kiritilgan yadro tushunchasini xali o`zlashtirib ulgurmagan, yadroning tuzilishiga doir hech qanday tasavvurga ega emas, xali izotop tushunchasi shakllanmagan bo`lsada, Lanjeven yadroviy o`zgarishlarda massa defekti haqida gap yuritayapti.

Lanjeven atom energiya kashf qilingunga qadar yashadi. U fashizmga qarshi urushni boshidan kechirdi, Parijni nemislar bosib olganlarida qamoqqa olindi va Truaga politsiya kuzatuvi ostiga surgun qilingandi. Uning kuyovi fizik Jak Solomon nasistlar tomonidan qatl etildi, qizi esa, Solomonning bevasi, Germaniyaga konslagerga surgun qilingandi. Yoru-birodarlari yordamida Lanjeven Shveytsariyaga qochishga muvaffaq bo`ldi. U yerda bir necha oy bo`lgandan so`ng, u ozod etilgan Parijga 1944 yil 25 sentyabrda qaytdi hamda tinchlik va taraqqiyot uchun kurashchilarining birinchi qatorlariga qo`shildi. U tinimsiz sotsial taraqqiyot uchun, "yaxshiroq va nisbatan adolatliroq dunyo" yaratilishi uchun kurashga chorlab keldi. Lanjeven 1946 yil 19 dekabrda vafot etdi.

Nisbiylik nazariyasining keyingi rivojlanishi

Nisbiylik nazariyasiga qaytadigan bo`lsak, aytib o`tish mumkinki, ushbu nazariyaning yaratuvchisi uni takomillashtirishini va rivojlantirishini davom ettirib bordi. 1907 yilda Eynshteyn "Nisbiylik tamoyili va undan kelib chiquvchi oqibatlari" nomli katta maqolani e`lon qildi. Bu yerda nazariyaning asosiy g`oyasi endi harakatlanuvchan muhitlar elektrodinamikasi niqobi ostida yashirinmagan, garchi bunda Eynshteyn 1904 yildagi Lorensning ishini va Maykelson - Morli tajribasi haqida ilk bor tilga oladi. Umuman olganda, bu maqola, 1905 yildagi dastlabki maqoladan farqli ravishda dalil-havolalar bilan to`lib toshgan va Eynshteyn o`zi yaratgan nazariyasi maqola yozilgunga qadar atigi ikki yilga to`lgan bo`lsada, uning rivojlanishini sinchkovlik bilan kuzatib borganini ko`rsatadi.

Eynshteyn vaqt tushunchasi tahlilidan va yorug`lik tezligi doimiyligi tamoyilini shakllantirishidan boshlaydi. U, asosiy taxminni keltiradi, unga binoan "soatlar shunday to`g`rilanishi mumkinki, ular yordamida o`lchalgan vakuumdagi har bir nur dastasining tarqalish tezligi hamma yerda universal doimiy *c* ga teng

bo`ladi, bunda koordinata sistemasi tezlashmagan bo`lishi shart". qayd etib o`tish lozimki, Eynshteyn yorug`lik tezligini belgilashda avvalgi *V* dan voz kechadi va uni hozirda keng qo`llaniladigan *c* belgiga almashtiradi. U, "yorug`lik tezligi doimiyligi tamoyili" absolyut qo`zg`almas efir mavjudligi taxminiga asoslangan Lorens nazariyasi amalda tasdiqlangandan so`ng "extimolli" bo`lib qoldi deb ko`rsatadi.

Bu yerda Eynshteyn Lorensning 1895 yildagi ishiga, va ayniqsa, bu nazariya tajribaga mos ilakishish koeffitsiyentini (Fizo tajribasi) berishi faktiga havola qiladi. Shunday qilib, yorug`lik tezligi haqidagi postulatini Eynshteyn Lorensning 1895 yildagi ishiga va Fizo tajribasining tushuntirilishiga tayangan holda bildirgan edi. Maykelson - Morli tajribasi esa, "nisbiylik tamoyilini" ko`rsatadi: "Tabiatning qonunlari hisob sistemasining harakat holatiga, ayniqsa, agar u tezlashgan bo`lsa, bog`liq bo`lmaydi". "Ayniqsa" so`ziga e`tibor qilaylik. Ushbu ishidayoq Eynshteyn nisbiylik tamoyilini ixtiyoriy harakatda bo`lgan hisob sistemalarga tadbiq etish haqida fikrlay boshlaydi.

Undan so`ng Eynshteyn koordinata va vaqtni o`zgartirishlarini chiqaradi, ularni u Lorens o`zgartirishlari deb atamaydi. Ushbu o`zgartirishlardan masshtablar, soatlarga doir xulosalar va tezliklarni qo`shish formulasi, shuningdek optikaga tadbiqidan aberrasiya va Dopler tamoyillari kelib chiqadi. Bu maqoladagi nisbiylik nazariyasi kinematikasi 1905 yildagi maqolasi kinematikasi bayonini deyarli takrorlaydi.

Elektrodinamikaga o`taturib, Eynshteyn "Maksvell - Lorens nazariyasining elektrodinamik asoslari nisbiylik tamoyiliga mos kelishini" ko`rsatadi. U, "elektr va magnit maydon kuchlanganligi o`z-o`zidan mavjud bo`lmaydi, chunki koordinata sistemasini tanlashdan muayyan joyda (aniqrog`i, nuqtaviy hodisaning fazo-vaqt sohasida) elektr yoki magnit maydon mavjudligiga bog`liq bo`ladi" deb ko`rsatadi. Shunday qilib, alohida olingan elektr va magnit maydon absolyut xarakterini yo`qotadi. Eynshteyn hisob sistemasidan mustaqil bo`lgan ob`ekt sifatida olingan elektromagnit maydon uchun matematik ifodani xali topganicha yo`q, ammo u topgan komponentalarining o`zgartirishlari elektromagnit maydonning invariant xarakterini akslantiradi. Aytib o`tish lozimki, Eynshteyn "nuqtaviy hodisaning fazo-vaqt sohasi" haqida gapirib, nuqtadagi holat lokalizasiyasi tushunchasiga oydinlik kiritadi. Bu iborasi bilan u kelajakdagi Minêovskiy izohining oldini olgan bo`ldi.

Undan so`ng Eynshteyn material nuqtaning mexanikasiga o`tadi. U, bu yerda 1905 yildagi maqolasida bayon etilgan g`oyalarini rivojlantiradi. Bu yerda u Gamilton funksiyasining relyativistik ifodasini

$$H = -\mu c^2 \sqrt{1-\left(\frac{q}{c}\right)^2} + const$$

va dinamikaning kanonik tenglamasini kinetik energiyani yozgan holda ko`chiradi:

$$L = \mu c^2 \sqrt{1+\frac{\rho^2}{\mu^2 c^2}} + const\,,$$

bu yerda ρ – harakat miqdori (impulñi) vektori, uning komponentalari quyidagi ko`rinishga ega:

$$\xi = \frac{\mu \dot{x}}{\sqrt{1-\left(\frac{q}{c}\right)^2}}, \quad \eta = \frac{\mu \dot{y}}{\sqrt{1-\left(\frac{q}{c}\right)^2}}, \quad \zeta = \frac{\mu \dot{z}}{\sqrt{1-\left(\frac{q}{c}\right)^2}};$$

xamma yerdagi μ zarrachaning tinch massasini ifodalaydi, q – uning tezligi.

Eynshteyn 1906 yildagi Kaufmanning tajribalari ustida batafsil to`xtalib o`tadi, eksperimental qurilmaning sxemasini keltiradi. U, "tadqiqotdagi yuzaga kelgan qiyinchiliklarni e`tiborga olgan holda" Kaufman natijalarini nisbiylik nazariyasiga mos keldi deb hisoblaydi. "Biroq, kuzatilayotgan chetlashishlar tizimli bo`lib, ular Kaufmanning eksperimental o`lchash xatoliklaridan ancha oshib ketgan". Bu sistematik xatolar sababi nimada: "xali xatolarning manbalari hisobga olinmasligimi yoki nisbiylik nazariyaning eksperimental faktlarga mos kelmasligimi"? Bu muammoni hal qilishda, Eynshteyn fikricha, "faqat turli eksperimental ma`lumotlar to`plangandan so`nggina" javob berish mumkin.

Keyingi bo`lim sistemalarning mexanika va termodinamikasiga bag`ishlangan. Bu yerda Eynshteyn yana qayta massa va energiya bog`lanishiga doir masalaga ko`chadi. U sistemaning energiyasi ifodasini topadi:

$$E = \left(\mu + \frac{E_0}{c^2}\right) \frac{c^2}{\sqrt{1-\left(\frac{q}{c}\right)^2}}.$$

Ushbu ifodani material nuqta uchun avval olingan ifoda bilan taqqoslab, u "energiyaning tezlikga bog`lanishi munosabatida ko`rilayotgan fizik sistema o`zini $M$ massaga ega material nuqta kabi tutadi, bunda $M$ sistemaning energiyasi $E$ ga quyidagi formulaga binoan bog`langadir:

$$M = \mu + \frac{E_0}{c^2}.$$

Bu natija o`ta muhim nazariy ahamiyatga ega: ohirgi munosabatda inert massa va fizikaviy sistemaning energiyasi bir jinsli kattaliklar sifatida gavdalanadi. Massa $\mu$ inersiya ma`nosida energiya miqdori μc^2 ga ekvivalentdir" deb topadi. Eynshteyn ushbu munosabatni tekshirish uchun radioaktiv jarayonlarga murojaat qiladi. Agar M parchalanayotgan atomning atom salmog`i, $m_1$, $m_2$, … lar esa, parchalanishning natijaviy mahsuloti atom salmoqlari bo`lsa, unda

$$M - \sum m = \frac{E}{c^2},$$

bu yerda E – radioaktiv elementining bir gramm-atomi parchalanishida ajralib chiqqan energiya.

Hisob-kitoblar Eynshteynga shuni ko`rsatdiki, o`sha davrda ma`lum bo`lgan radioaktiv o`zgartishlarga formulani tadbiq etib tekshirish uchun elementlarning atom salmoqlarini beshinchi belgigacha bo`lgan aniqlikda topish kerak bo`lar ekan. U, "Bu, albatta, yetishib bo`lmaydigan aniqlik. Biroq, radiy holdagiga nisbatan birlamchi atom massasining kattaroq qismi radioaktiv nurlanish energiyasiga aylanishi mumkin bo`lgan shunday radioaktiv jarayonlar topilib qolar" deb yozadi.

Biz bilamizki, Eynshteynning umid qilganlari ro`yobga chiqdi. Yadrolarning parchalanishida ulkan energiya ajralib chiqadi. Yengil yadrolarning sintezida ham

katta energiya ajraladi. Elektr energiyaning yangi sohasi - ushbu ulkan energetik resurslaridan foydalanuvchi yadroviy energetika paydo bo`ldi.

Eynshteyn shundan so`ng 1907 yildagi Plank ishida mujassam bo`lgan relyativistik termodinamika asoslarini bayon etadi. U nurlanish termodinamikasiga doir Mozengayl (1907) ishi asosida haroratning relyativistik ta`rifini keltiradi. Eynshteyn e`tibor bilan o`zi yaratgan nazariyasiga doir ishlarni kuzatib boradi va boshqa tadqiqotchilar tomonidan qo`lga kiritilgan eng so`nggi ma`lumotlaridan foydalanadi.

Ishning ohirgi qismi - "Nisbiylik va tortishish tamoyillari" - o`ta muhimdir. Bu yerda Eynshteyn nisbiylik tamoyilini biri biriga nisbatan tezlashish bilan harakatlanayotgan sistemalarga tadbiq etish mumkinligi masalasini ko`rib chiqadi. "... Bu masala shu davrga qadar nisbiylik tamoyilini qo`llashga doir ishlarni kuzatib kelgan har kim oldida gavdalanishi mumkin..." deb yozadi Eynshteyn. U, "hozircha bu yerda ushbu masalani batafsilroq muhokama qilishga imkon yo`q" deb ko`rsatadi, lekin, shunga qaramay, bu borada o`zining mulohazasini bildirishi lozim deb hisoblaydi. Eynshteynning fikri shundan iboratki, ikkita sistemadan biri o`zgarmas tezlanish bilan $x$ o`qi yo`nalishida harakatlanayotgan bo`lsin, ikkinchisi x o`qi yo`nalishidagi kuchlanganligi γ ga ega bir jinsli gravitasion maydonda joylashgan bo`lsa, ular fizikaviy nuqtai nazardan teng huquqlidirlar.

Ana shunday tarzda ilk bor Eynshteynning mashhur "nisbiylik tamoyili" paydo bo`ldi, unga ko`ra "biz gravitasion maydon va mos keluvchi hisoblanish sistemaning tezlanishi to`liq fizik teng huquqlidir deb faraz qilamiz".

Ushbu tamoyilga tayangan holda Eynshteyn gravitasiyaning soatga va yorug`lik tarqalishiga ta`sirini o`rganib chiqadi. U, gravitasion potensiali farqi $\Phi$ bo`lgan nuqtada soatlar turlicha yurishini, ya`ni, potensial $\Phi$ ga teng bo`lgan nuqtada soatlar potensiali nulga teng nuqtaga nisbatan $1+\frac{\Phi}{c}$ tezroq yurishini topadi. "Bu ma`noda aytish mumkinki, soatlarda sodir etilayotgan jarayon, va umuman ixtiyoriy jarayon, bu jarayon yuzaga kelayotgan sohada gravitasion potensial qanchalik katta bo`lsa, u jadalroq sodir etiladi".

Gravitasiyaning elektromagnit jarayonlarga ta`sirini tadqiq qilgan Eynshteyn, $x$ o`qi bo`ylab tarqalmayotgan yorug`lik nurlari gravitasion maydon ta`siri ostida egrilanishini haqida xulosaga keladi: yorug`lik nurlarining yo`nalishi o`zgarishi yorug`likning 1 sm yo`liga $\frac{\gamma}{c^2}\sin\varphi$ ga egrilanishini topadi, bu yerda φ og`irlik kuchi yo`nalishi bilan yorug`lik nuri orasidagi burchakni bildiradi.

Bu umumiy nisbiylik nazariyasining dastlabki, xali unchalik aniq bo`lmagan natijalaridir. Eynshteynga, bu nazariyaning asoslarini mos matematik apparatdan foydalangan holda tugatish uchun o`n yil vaqt talab qilindi. Biz ushbu nazariyaning yaratilishi va maxsus nisbiylik nazariyasining keyingi rivojlanish tarixini bayon etib o`tirmaymiz. Faqatgina 1908 yilda e`lon qilingan Minkovskiyning "Fazo va vaqt" deb nomlangan fundamental ishida to`xtalib o`tamiz.

German Minkovskiy 1864 yil 22 iyunda Rossiya imperiyasi xududida, Kovno shahri atrofida (hozirda Kaunas shahri, Litva) tug`ildi. Yoshligida u Germaniyaga yuborilgandi, 1880 yili Kenigsbergda gimnaziyani tugatadi, oliy

ma`lumotini Kenigsberg va Berlinda oldi. O`n sakkiz yashar talaba sifatida u Parij fanlar Akademiyasiga kvadrat shakllar nazariyasiga doir risolasini taqdim etadi. Yosh matematikning risolasi matematikaga doir Katta sovringa sazovor bo`ldi. Yigirma uch yashar Minkovskiy - Bonn universitetining privat-dotsenti, 1892 yildan esa u ushbu universitetining ekstraordinar professoridir. 1894 - 1896 yillarda u Kenigsberg universitetining professori, 1896 yildan 1902 yilga qadar Syurixdagi Oliy texnika bilim yurtining professori.

Syurixdan so`ng Minkovskiy Gettingen universitetining professoridir. Ushbu lavozimni egallab turgan bir paytda, 1909 yil 12 yanvarda vafot etadi, bunda u 1908 yil 21 sentyabrda Kelnda bo`lib o`tgan nemis tabiatshunoslarning 80-chi yig`inida o`zining mashhur "Fazo va vaqt" ma`ruzasini o`qiganiga to`rt oydan kamroq vaqt o`tgandi.

Minkovskiy umrining ohirgi yillarida elektron nazariya va nisbiylik postulati asosida harakatlanuvchan muhitlar elektrodinamikasi bilan faol shug`ullanayotgandi. U qo`lga kiritgan tenglamalar keyinchalik "Minkovskiy tenglamalari" deb nomlangandi, ular Lorens tenglamalaridan biroz farqlanadi, ammo eksperimental faktlarga mos keladi. Minkovskiyning elektrodinamikasi - to`rt o`lchamli elektrodinamikadir. O`zining ikkita ma`ruzalari - "Nisbiylik tamoyili" (1907) va "Fazo va vaqt" (1908) bilan Minkovskiyning "Harakatlanuvchan jismlardagi elektrodinamik jarayonlar uchun asosiy tenglamalar" maqolasi to`rt o`lchamli olamdagi fizik jarayonlarining matematik nazariyasini tashkil etadi, unda Larmor - Eynshteyn o`zgartirishlari ko`rgazmali geometrik sharhini oladi. "Bundan buyon fazo o`z holicha va vaqt ham o`z holicha sharpalar vazifasini bajaradilar, faqat ularning qandaydir birlashuvi mustaqilligini saqlab qolishi kerak" deydi Minkovskiy o`zining so`nggi ma`ruzasida.

Minkovskiy fikricha, koordinatalar o`qi o`zgartirishlariga va Galileyning o`zgartirishlariga nisbatan mexanikadagi harakat tenglamalarining invariantligi to`rt o`lchamli koordinatalarining o`zgartishlariga nisbatan, ya`ni, mavhum songa ko`paytirilgan uch fazoviy koordinatalar *x*, *y*, *z* va vaqt koordinatasiga nisbatan invariantligini bildiradi. Ushbu to`rtta koordinatalarining jamlanmasini Minkovskiy "olam" deb nomladi. (*x*, *y*, *z*, *t*) nuqta bilan qandaydir substansiya bog`langan, uning holatlar jamlanmasi "olam chizig`i"ni tashkil etadi. "Butun olam ana shunday olam chiziqlariga taqsimlangan bo`lib tasavvurlanadi, va men darhol qayd etmoqchimanki, menimcha, fizik qonunlar ana shu olam chiziqlari orasidagi munosabatidek o`zining eng yaxshi ifodasini topishi mumkin".

Minkovskiy, o`zi $G_c$ deb belgilagan koordinata va vaqtni o`zgartirishlar guruhini olib ko`radi, ularga nisbatan tabiat qonunlari o`zgarmas bo`lib saqlanib qoladilar. "Yana hisoblash sistemasini aytilgan Gc guruhidagi o`zgartirishlariga mos ixtiyoriy ravishda o`zgartirib borish mumkin, bunda tabiat qonunining ifodasi o`zgarishsiz qoladi".

Minkovskiy ushbu o`zgartirishlarning ko`rgazmali geometrik sharhini beradi, to`rt o`lchamli vektorlarni kiritadi, bunda u vaqtga o`xshash vektorlarni va fazoga o`xshash vektorlarni, shuningdek, olam nuqtasi *P* ning xususiy vaqtini farqlaydi:

$$\tau = \int d\tau = \int \frac{1}{c}\sqrt{c^2 dt^2 - x^2 - y^2 - z^2}\ .$$

Ushbu tushunchalar yordamida Minkovskiy mexanika qonunlarining to`rt o`lchamli ta`rifini, jumladan, elektron harakatlanish qonunlarining ta`rifini beradi. "Shu yo`sinda qayta ishlangan mexanikada Nyutoncha mexanikani va zamonaviy elektrodinamikani mmuvofiqlashtirishiga xalaqit beruvchi disgarmoniyalar o`z-o`zidan yo`qoladi" deb yozadi Minkovskiy. Va haqiqatdan ham, Minkovskiyning to`rt o`lchamli formalizmi relyativistik fizikaning adekvat tiliga aylandi, maxsus nisbiylik nazariyasining nihoyasi bo`ldi. Uning keyingi rivojlanishi mexanika, elektrodinamika va termodinamikaning xususiy holdagi masalalarini ishlab chiqilgan tamoyillari asosida yechimlarini topishdan iborat bo`lib qoldi.

Hozirgi paytda nisbiylik nazariyasiga zamonaviy fizikaviy dunyoqarashning zaruriy elementi sifatida qaraladi. Nisbiylik nazariyasiga zid bo`lgan ta`kidlar noto`g`ri, xatolar sifatida inkor etiladi. Ammo, nisbiylik nazariyasi tiklanayotgan davrida uning tamoyillari yaqdillik bilan tan olinmagan. Nisbiylik nazariyasining F.Lenard va I.Shtark kabi murosasiz dushmanlari ham bo`lgan. Unga keraksiz narsa deb qaraydiganlar ichida J.J.Tomson, an`anaviy bo`lib ketgan efir bilan xayrlashishni istamagan uning izdoshlari N.P.Kasterin va A.K.Timiryazevlar bo`lgan. Ular konkret natijalarni qabul qilganlar: massaning tezlikga bog`lanishini, massa va energiya bog`lanishini va xokazo, biroq bu natijalar fazo va vaqtga nuqtai nazarning radikal o`zgarishisiz, Eynshteyn va Minkovskiydagi kabi, olingan deb hisoblardilar. Lekin, fan tarixida har doim bo`lganidek, nazariyaning raqiblari o`tib ketardilar, ilmli yoshlar esa darhol yangi tamoyillarini qabul qilardi.

III BOB. ATOM VA YADRO FIZIKASINING PAYDO BO`LISHI

Rentgen kashfiyoti

XIX asrning ohirida gazlardan elektr o`tish hodisalarga qiziqish kuchayishi ramzi ostida o`tdi. Faradey ham bu hodisalar bilan jiddiy shug`ullanib kelgan, razryadning turli shakllari haqida bayon etgan, siyraklashgan gazning nurlanayotgan ustunida qoramtir fazoni aniqlagan. Faradeyning qoramtir fazosi ko`kish katod yog`dulanishini anoddagi pushti ranglisidan ajratib turadi.

Gazning siyrakligi oshirilishi davom ettirilsa yog`dulanish xarakterini sezilarli o`zgartiradi. Matematik Plyuker (1801 - 1868) 1859 yilda yetarlicha kuchli siyraklashtirishda katoddan chiqib, anodga qadar yetayotgan va shishani yog`dulanishiga olib kelayotgan kuchsiz och-havorang nurlar dastasini aniqlaydi. Plyukerning shog`irdi Gittorf (1824 - 1914) 1869 yilda ustozining tadqiqotlarini davom ettirdi va agar katod va naychaning flyuoressiyalanuvchi sirti orasida qattiq jism joylashtirilganda naychaning ushbu sirtida keskin va tiniq soya paydo bo`lishini ko`rsatdi.

Goldshteyn (1850 - 1931) nurlarning xususiyatlarini o`rgana turib, ularni katod nurlari deb nomladi (1876). Uch yil o`tgandan so`ng Vilyam Kruks (1832 - 1919) katod nurlarining material tabiatini isbotlab berdi va ularni "nurli materiya", ya`ni, maxsus to`rtinchi holatdagi modda deb nomladi. Uning isbotlari ishonchli va ko`rgazmali edi. Keyinchalik "Kruks naychasi" yordamida olib boriladigan tajribalar barcha fizikaviy kabinetlarda namoyish etilib borildi. Kruks naychaning

katodidagi dastani magnit maydon yordamida og`dirish maktabdagi klassik namoyishiga aylandi.

Biroq, katod nurlarni elektr yordamida og`dirishga doir tajribalar unchalik ishonchli bo`lmadi. Gers bunday og`dirishni aniqlayolmadi va katoddagi nur efirdagi tebranma jarayon bo`lsa kerak degan xulosaga keldi. Gersning shog`irdi F.Lenard katod nurlari ustida tajribalar o`tkazib, ular alyumin folãa bilan yopilgan darcha orqali ham o`tishini va darcha ortidagi fazoda ham nurlanishni hosil qilishini ko`rsatdi. Katod nurlari yupqa metall jismlar orasidan o`tish hodisasiga Gers 1892 yilda nashr etilgan so`nggi maqolasini bag`ishladi. U quyidagi so`zlar bilan boshlanardi: "Katod nurlari yorug`likdan qattiq jismlar orasidan o`tishi qobiliyati bilan keskin farqlanadilar". Katod nurlarining oltin, kumush, platinali, alyumin va boshqa yaproqchalar orasidan o`tishiga doir tajribalar natijalarini bayon etib, Gers hodisalarda alohida farqlarni sezmaganini ta`kidlaydi. Nurlar yaproqchalar orasidan o`tishda to`g`ri chiziq bo`ylab yo`nalmaydilar, balki difraksion sochiladilar. Katodli nurlarning tabiati hanuz noaniq bo`lib kelmoqda edi.

Kruks, Lenard va boshqalarning ana shunday naychalari bilan 1895 yilning ohirida Vyursburglik professor Konrad Rentgen tajribalar o`tkazardi. Kunlardan bir kun tajribasini tugatgandan so`ng naychani qora kartondan yasalgan qobiq bilan yopadi, naychani oziqlantirayotgan induktorni o`chirishni unutgan holda chiroqni o`chiradi va naychaga yaqin joylashgan oksidlangan bariydan yasalgan ekranning yog`dulanishini payqaydi. Bu hodisadan lol qolgan Rentgen ekran bilan eksperiment o`tkaza boshlaydi. 1895 yil 28 dekabr sanasi bilan belgilangan o`zining birinchi "Nurlarning yangi turi haqida" xabarida u ushbu dastlabki tajribalari haqida yozadi: "Oksidlangan platinali bariy bilan shimdirilgan qog`ozning parchasi qora kartondan yasalgan yetarlicha zich teginib turgan qobiq bilan o`ralgan naychaga yaqinlashtirganda, har bir chaqnoqda yorqin yorug`lik bilan porlab ketadi: flyuoressensiyalana boshlaydi. Flyuoressensiya yetarlicha qorong`ulashtirilganda seziladi va qog`ozni oksidlangan platinali bariy bilan qoplangan tomoni bilan yoki boshqa tomoni bilan yaqinlashtirishiga bog`liq bo`lmaydi. Flyuoressensiya naychadan ikki metr masofagacha seziladi".

Rentgen o`tkazgan batafsil tadqiqotlar shuni ko`rsatdiki: "quyoshning na qo`rinma va ulòrabinafsha nurlari uchun, na elektr yoyining nurlari uchun shaffof bo`lmagan qora karton faol flyuoressensiyani keltirib chiqaruvchi qandaydir agent bilan ta`sirlanishini ko`rsatdi". Rentgen qisqa qilib "X-nurlar" deb nomlagan ushbu "agentning" o`tuvchanlik qobiliyatini turli moddalardan o`tishini o`rganib chiqadi. U, nurlar qog`oz, yog`och, ebonit, metallning yupqa qatlamlaridan bemalol o`tishini, lekin qo`rg`oshinda kuchli tutilib qolishini aniqladi.

Undan so`ng u olamshumul tajriba haqida xabar beradi: "Agar chaqnoqli naycha bilan ekran orasida qo`l tutib turilsa, qo`l o`zining kuchsiz soyasi chizgilari orasidan suyaklarning qoramtir soyalari ko`rinadi". Bu inson tanasining birinchi rentgenoskopik tadqiqoti edi. Rentgen dastlabki rentgen tasvirlarni ham qo`lga kiritdi va o`zining kitobchasiga ilova sifatida qo`shib qo`ydi. Ushbu tasvirlar ulkan taassurot qoldirdi; kashfiyot xali nihoyasiga yetkazilmagan bo`lsada, rentgenodiagnostika o`z ishini, o`z yo`lini boshlab yubordi. "Mening laboratoriyam

tanasining turli joylarida ignalar mavjudligi gumon qilingan mijozlarini keltirgan shifokorlar bilan to`lib-toshgan edi" deb yozadi ingliz fizigi Shuster.

Dastlabki tajribalaridan keyinoq Rentgen qat`iy ravishda X-nurlar katodlilaridan farqlanishini aniqladi, ular zaryadni tashimaydilar va magnit maydonda og`maydilar, lekin katod nurlar orqali yuzaga keladilar. "... X-nurlar katod nurlari bilan bir xil emas, ammo ular orqali chaqnoqli naychaning shisha devorlarida hosil qilinadilar" deb yozadi Rentgen.

U, shuningdek, ular nafaqat shishada, balki metallda ham paydo bo`lishini aniqladi.

Gers - Lenardlarning gipotezasini tilga olib, unga binoan katod nurlari "efirda sodir etiluvchi hodisadir", Rentgen "shunga o`xshash narsani bizning nurlarimiz haqida ham aytishimiz mumkin" deb ko`rsatadi. Ammo u nurlarning to`lqinli xossalarini aniqlay olmadi, chunki ular "shu davrga qadar ma`lum bo`lgan ulòrabinafsha, ko`rinma, infraqizil nurlardan o`zlarini boshqacharoq tutadilar". Rentgen fikricha, ular o`zlarining kimyoviy va lyuminessent ta`sirlaridan ulòrabinafsha nurlarga o`xshab ketadilar. Birinchi xabarida u bular efirdagi bo`ylama to`lqinlar bo`lishi mumkin degan fikrini bildiradi, lekin keyinchalik bundan qaytadi.

Rentgenning kashfiyoti ilmiy olamda ulkan qiziqishni uyg`otdi. Uning tajribalari dunyoning deyarli barcha laboratoriyalarida takrorlandi. Moskvada ularni P.N.Lebedev takrorladi. Peterburgda radio kashfiyotchisi A.S.Popov X-nurlarga doir tajribalar o`tkazardi, ommaviy ma`ruzalarda turli rentgenogrammalar olib ularni namoyish qilardi. Kembrijda J.J.Tomson zudlik bilan gazlardan elektr o`tishini o`rganishda rentgen nurlarining ionlashtirish ta`siridan foydalandi. Uning tadqiqotlari elektron kashf qilinishiga olib keldi.

Rentgenning tarjimai holi ustida to`xtalib o`taylik.

Vilgelm Konrad Rentgen 1845 yil 27 martda Gollandiyaga chegaradosh bo`lgan Germaniyaning viloyatida, Lenepe shahrida tug`ildi. U texnik ma`lumotga Syurixda, o`sha Oliy texnik maktabida (politexnikumda) ega bo`ldi, biz bilamizki, keyinchalik u yerda Eynshteyn ham o`qigandi. Fizikaga qiziqish uni 1866 yili maktabni bitirgandan so`ng fizik ma`lumotini davom ettirishga undadi. 1868 yili falsafa doktori darajasiga dissertasiyasini himoya qilgandan so`ng u fizika kafedrasida assistent bo`lib avval Syurixda, undan so`ng Gisenda, keyinchalik esa Strasburgda, Kundt qo`lida ishlaydi.Bu yerda Kundt yaxshi eksperimental maktabni o`tadi va birinchi darajali eksperimentatorga aylandi. U gazlar uchun $c_p/c_V$ nisbatlarini, bir qator suyuqliklarning qovushoqligini va dielektrik o`tkazuvchanligining aniq o`lchashlarini o`tkazdi, kristallarning elastik xususiyatlarini, ularning pyezoelektrik va piroelektrik xususiyatlarini tadqiq qildi, harakatlanuvchan zaryadlarning (Rentgen toki) magnit maydonini o`lchadi. Muhim tadqiqotlarining bir qismini u o`zining shog`irdi A.F.Ioffe bilan bajargandi.

1885 - 1900 yillarda Vyursburg universitetining professori lavozimida ishlab turgan chog`ida Rentgen hozirda uning nomini olgan nurlarni kashf qildi. Ushbu kashfiyot uchun u 1901 yili fizika fani bo`yicha birinchi nobel mukofotining laureati bo`lib, Nobel mukofotini qo`lga kiritdi. 1900 yildan umrining ohirigacha (u 1923 yil 10 fevralda vafot etdi) u Myunxen universitetida ishlab keldi.

Radioaktivlikning kashf qilinishi

Rentgen nurlarining kashf qilinishi 1895 yil 8 noyabrda sodir etildi. Kashf qilinishi haqidagi xabar 28 dekabr sanasi bilan belgilangan. Bir yarim oydan ziyod vaqt olim noma`lum bo`lgan nurlarni batafsil tadqiq qildi. U, ular katod nurlari naychaning devorlariga urilishi natijasida kuchli fluoressensiyalanadigan joyida paydo bo`lishini aniqladi. 1896 yil 20 yanvar, dushanba kunida Anri Puankare Parij Akademiyasi majlisida yangi nurlar kashf qilinganligi haqida gapirib berdi, rentgen tasvirlarni namoyish etdi va rentgen nurlanishi flyuoressensiya bilan bog`liqligi, va, extimol, lyuminessentlovchi moddalarda har doim yuzaga keladi hamda X-nurlarni olish uchun hech qanday katod naychaning keragi bo`lmasligi mumkin degan taxminini bildirdi. Majlis ishtiroqchilari orasida Anri Bekkerel ham bor edi, uning otasi ham, buvasi ham, ikkalovi fizik bo`lib, o`z vaqtida flyuoressensiya va fosforessensiya hodisalari bilan shug`ullanishgandi. Bekkerel Puankarening gipotezasini tekshirishga qaror qiladi. 1896 yil fevral oylaridayoq A.Bekkerel flyuoressensiyalanadigan oltingugurt oksidli ruhning qora qog`ozga o`ralgan fotoplastinkaga ta`sirini namoyish etgandi. Bekkerel uran tuzlaridan foydalanishga qaror qabul qildi. U otasining minerallar to`plamidan kaliy uranilning ikki karrali sulfat mineralini oldi. Fotoplastinkani qora qog`oz bilan o`rab, uning ustiga uran tuzi bilan qoplangan jimjimador shakldagi metall plastinkani qo`ydi va yorqin quyosh nurlari ostiga bir necha soatga joylashtirdi. Plastinkaga ishlov berilgandan so`ng unda aniq-tiniq bo`lib tajribadan oldin uran tuzi bilan qoplangan metall plastinkaning tasviri ko`rinardi. Bekkerelning takror tajribalari o`xshash natijalarni berdi va 1896 yil 24 fevralida u akademiyaga tajribalar natijalari haqida xabar beradi. Puankare gipotezasi to`liq tasdiqlangandek bo`ldi. Biroq, extiyotkor Bekkerel sinov tajribalarni o`tkazishga qaror qildi. Fevral ohiriga u yangi plastinkani tayyorladi. Biroq, obi-havo bulutli bo`lib, 1 martga qadar shunday bo`lib turdi. 1 mart kuni erta tongdan quyosh ko`rindi va tajribalarni davom ettirish mumkin bo`lib qoldi. Ammo Bekkerel bir necha kundan beri qorong`u shkafda yotgan plastinkalarga har extimolga qarshi ishlov berishga qaror qildi. Ishlov berilgan plastinkalarda plastinkalarning shaffof bo`lmagan ekranlari ustida yotgan mineral namunalarining soyalari tiniq bo`lib ko`rinib qoldi.

Mineral avvaldan yoritilmasada, fotoplastinkaga shaffof bo`lmagan ekran orqali ta`sir etuvchi qandaydir ko`zga ko`rinmas nurlarni nurlantirardi. Bekkerel zudlik bilan takroriy tajribalarni o`tkazadi. Uran tuzlari o`z-o`zidan, hech qanday tashqi ta`siridan mustasno fotoplastinkani yoritib yuboruvchi va shaffof bo`lmagan qatlamlardan o`tuvchi ko`zga ko`rinmas nurlarni nurlantirayotgan bo`lib chiqdi. 2 mart kuni Bekkerel o`zining kashfiyoti haqida xabar beradi.

Eksperimentlarning uzun qatori orqali Bekkerel qadamma-qadam Puankarening gipotezasini inkor etdi. Nurlarni faqat uran birikmalari nurlantira oladigan bo`lib chiqdi, bu "uran nurlari" edi, ularni keyinchalik "Bekkerel nurlari" deb nomlay boshladilar. Ular havoni ionlashtirishga va zaryadlangan elektroskopni zaryadsizlantirishga qobil ekan. Uranning nurlantirish qobiliyati oylab ham so`nmas ekan. 1896 yil 18 may kuni Bekkerel uran birikmalarida shunday qobiliyati mavjudligini katta ishonch bilan qayd etadi va nurlanish xususiyatlari

haqida bayon qiladi. Biroq, sof uran Bekkerel ixtiyorida faqatgina kuzda paydo bo`ldi va 1896 yil 23 noyabrida Bekkerel uranning, uning kimyoviy va fizikaviy holatidan qat`iy nazar, ko`zga ko`rinmas "uran nurlarini" nurlantiraolish qobiliyati haqida xabar beradi.

1897 yilda Bekkerel o`zi kashf qilgan nurlarni o`rganishda davom ettiradi. Shu yilning ohirida yangi hodisani o`rganishga Mariya Sklodovskaya va uning turmush o`rtog`i Pyer Kyurilar kirishadilar. Xuddi shu yili yana bitta muhim kashfiyot qilinadi. Kembridjdagi Kavendish laboratoriyasida katod nurlarining jumbog`i yechiladi. Gers, Lenard va boshqa nemiz fiziklarning Kruks va katod nurlarining korpuskulyar tabiati boshqa tarafdorlari orasidagi bahs so`nggi konsepsiya tarafdorlari foydasiga xal bo`ladi. Katod nurlarining korpuskulyar tabiatini Kavendish laboratoriyasining yosh direktori Jozef Jon Tomson isbotlaydi.

J.J.Tomson. Jozef Jon Tomson 1856 yil 18 dekabrda Manchesterda tug`ildi. Shu yerda, Manchesterda u Ouen-kollejni bitirdi, 1876 - 1880 yillarda Kembridj universitetida, mashhur muqaddas Uchlik (Triniti-kollej) kollejida taxsil oladi, bu yerda bir paytlari Isaak Nyuton professor bo`lgandi. 1880 yil yanvarida Tomson muvaffaqiyat bilan yakuniy imtixonlarni topshirdi va Kavendish laboratoriyasida ishlay boshladi. U paytlari laboratoriya direktori lord Releу bo`lgandi. Releу davrida ilmiy tadqiqotlar bilan shug`ullanuvchi talabalar soni ancha oshdi, o`qituvchilar shtati ko`paydi, Releу va uning do`stlari xomiyligi va ehsonlari tufayli laboratoriya asboblar bilan to`ldirilib bordi.

1884 yil 22 dekabrda Releу ketganidan so`ng 27 yasharli Tomson saylovchilar kengashi tomonidan Kavendish laboratoriyasining uchinchi professori etib tayinlandi. Tomson davrida muhim o`zgarishlar o`tkaziladi. 1887 yili Maksvell kitoblarining talaygina soni laboratoriyaga topshirildi. Ular Kavendish laboratoriyasidagi kutubxonasining o`zagini tashkil etdi. 1890 yilda missis Maksvell universitetga vasiyat qilib ketgan mablag`laridan Maksvell stipendiyasi ta`sis etildi. Stipendiya uch yil muddatga eng qobiliyatli tadqiqotchi-talabalarga berilardi. 1888 yili Tomson shifokor-talabalar uchun praktikum-sinflar tashkil qilib berdi. Bu narsa laboratoriyada ishlayotgan talabalar soni keskin ortib ketishiga sabab bo`ldi. Shifokorlar sinflarini vaqtincha eski anatomik xonalarga ko`chirishga to`g`ri keldi, bu 1896 yilda laboratoriyaning sharqiy qismi ochilgunga qadar davom etgandi. Ammo bu ham yetarli bo`lmay qoldi, chunki 1895 yilda J.J.Tomsonning faolligi tufayli Kembridjda reforma bo`lib o`tdi, unga ko`ra laboratoriyaga boshqa universitetlarning bitiruvchilari ham kelaboshladi. Maxsus komissiya ilmiy tadqiqotlar o`tkazishga kelganlarning layoqatini aniqlardi. Kembridjda ikki yil ishlaganlaridan so`ng ular bakalavr darajasini va tadqiqotchi guvohnomasini olardilar. Tadqiqotchi-talabalar dunyoning barcha mamlakatlaridan kelardilar. Kelganlar orasida Yangi Zelandiyadan E.Rezerford, Irlandiyadan Taundsen, Fransiyadan Lanjeven, Rossiyadan Borodovskiy, AQShdan Zeleni, Avstraliyadan Ch.Vilson va ko`pgina boshqa vakillar bor edi. Laboratoriyaning yana kengayishi talab etildi. Releу 1906 yilda o`zining daromadlarining kattagina qismini Kavendish laboratoriyasi chap qanotini qurilishiga ehson qilib yubordi. Yangi kengaytirish o`z navbatida shtatning yanada kattaroq ortishini va o`qitish usullarining takomillashtirishini talab etdi.

1884 yilda Glazebruk va Shoularning "Amaliy fizika"si, 1896 yilda esa "Elementar amaliy fizika bo`yicha laboratoriyaning lavhalari" chiqadi. Bu kitoblar laboratoriyaning umumiy fizika fanidan amaliy mashg`ulotlar o`tkazishga doir qimmatli tajribalarini umumlashtirdi va talabalar ishlashlari uchun asosiy yo`l ko`rsatuvchi qo`llanma bo`lib hizmat qildi. Tadqiqotchi talabalar bilan ishlaganda Tomson eng muhimi ularda ijodiy ko`tarinkilikni tutib turish zarur deb bilardi. Britaniya Assotsiasiyasiga yuborgan axborotida u qat`iy ishonch bilan ko`tarinkilik yo`qligi muvaffaqiyatsizliklarning eng ko`p uchraydigan sababidir deb ta`kidlagandi. Tomson shuningdek barcha ishchilarni fan ildamlashining sekinlashtiruvchi omili - ko`tarinkilikga sekinlashtiruvchi ta`siri cho`zilib ketgan o`kitishning akademik kursi ekanligini ogohlantirardi. Tomsonning bu g`oyasi laboratoriyaning butun faoliyati bilan hayotga tadbiq etilardi.

1893 yilda Tomson Kavendish fizik jamiyatni tashkil etadi. Ushbu jamiyatning majlislarida chop etishga tayyorlanayotgan maqolalar muhokama qilinardi. Bunday munozaralar tadqiqotchilarga ayrim noaniqliklarni hal etishga yordam berardi, ularning tadqiqotlarga bo`lgan qiziqishni rag`batlantirardi.

Tomson laboratoriyaning ustaxonalari rivojlanishiga katta e`tibor qilardi, yaxshi ustalarni jalb qilar, ularni o`qitardi. Masalan, Tomson davrida muxandis bo`lib Sinslayr ishlardi. J.J.Tomson hotirlashicha, "u exshi mexanik edi, lekin shishasozlik ishini bilmas edi. Men unga bir nechta dars bergandim, va 2 - 3 oy vaqt o`tgandan so`ng u ushbu ishni o`zlashtirib oldi".

Shunday qilib, Tomson davrida laboratoriya fizika fanining tan olingan xalqaro maktabiga aylandi. Bu yerda Rezerford, Bor, Lanjeven va ko`pgina boshqalar, shu jumladan, rus olimlar ham, o`z ilmiy yo`llarini boshlaganlar. Tomson yetishtirib chiqargan ko`pgina shog`irdlarining hizmatlari butun dunyoda tan olindi. Uning shog`irdlaridan I.Barkla, V.Bregg, O.Richardson, Ch.T.Vilson, E.Rezerfordlar Nobel mukofotiga sazovor bo`ldilar.

Endi laboratoriya ijodiy faoliyatining asosiy ko`rsatkichiga, ya`ni, eng muhim ilmiy tadqiqotlarga, va ayniqsa, professor J.J.Tomson izlanishlariga o`taylik. Tomson o`z ilmiy yo`lini Reley davrida Kavendish laboratoriyasidagi ishlaridan boshlagandi. 1880 yilda bosilib chiqqan uning dastlabki maqolasi yorug`likning elektromagnit nazariyasiga bag`ishlangandi. Keyingi, 1881 yilda ikkita ishi paydo bo`ldi, ulardan biri massaning elektromagnit nazariyasiga asos soldi. Maqola "Elektrlangan jismlarning harakati tufayli sodir etiladigan elektr va magnit effektlar haqida" deb nomlangandi. Ushbu maqolada "zaryadlangan jismdan tashqaridagi efir butun massa, impulñ va energiyaning eltuvchisi deb hisoblanadi" degan fikr ifodalangandi. Tezlik ortishi bilan maydonning xarakteri ham o`zgaradi, bunga ko`ra ushbu barcha "maydonli" massa ham, har doim energiyaga proporsional bo`lib qolgan holda ortib boradi. Tomsonning ilmiy muvaffaqiyatlari Reley tomonidan yuqori baholandi va u, 1884 yilda Kavendish laboratoriyasining direktori lavozimidan ketayotganda hech ikkilanmasdan o`zining vorisi etib Tomson nomzodini taklif etdi.

Rentgen nurlarining kashf qilinishi Tomsonning gazlardan elektr o`tish hodisalariga qiziqishini yanada oshirdi. Ushbu jamoa ishining, bu ishda Tomsondan tashqari, uning yosh shog`irdlari va xodimlari ham ishtiroq etishgandi,

pirovard natijasi "Gazlardan elektrning o`tishi" klassik monografiya bo`ldi, uning birinchi nashri 1903 yilda bosilib chiqdi. Ushbu tadqiqotlarining oqibatida elektron kashf qilindi.

"Elektron kashf qilinishiga olib kelgan tadqiqotlar magnit va elektr kuchlar ta`siri ostida katod nurlarining hulqi turliligini tushuntirishga urinishlaridan boshlangandi" deb yozadi Tomson keyinchalik o`zining hotiralarida. Katod nurlariga magnit maydonning ta`siri ko`pgina tadqiqotchilar tomonidan aniqlangandi, ammo elektr maydoni ta`siriga kelganda turli fikrlar mavjud edi. Ayrim mualliflar katod nurlariga elektr maydonining ta`sirini kuzatganliklarini ta`kidlardilar, boshqalari buni inkor etardilar. Tomson, bu ikkilanishlar gazni so`rib olishning past texnikasi tufayli sodir etilishini ko`rsatib berdi. Ionlashgan gazning qoldiqlari tashqi elektr maydonining ta`sirini neytrallashtiradi. Tomson gazni so`rib olish texnikasini takomillashtirdi va elektr maydon orqali katod dastaning sezilarli og`dirishiga erishdi. Ichiga kondensator plastinalari kavsharlangan Tomson naychasi zamonaviy elektron-nurli naychaning ajdodiga aylandi.

Katod dastasiga elektr va magnit maydonlarini ta`sir ettirib, Tomson katod nurlari uchun $e/m$ nisbatini olishga muvaffaq bo`ldi. Bu munosabat naychadagi gazning tabiatiga bog`liq emasligi aniqlandi va elektroliz qonunlaridan chiqarilgan vodorod ioni uchun olingan $e/m$ munosabatidan ming marta katta bo`lib chiqdi. Agar katod zarrachasining zaryadi vodorod zaryadiga teng deb qabul qilinsa, unda katod zarrachasining massasi eng yengil atom, ya`ni, vodorod atomi massasidan ming marta kichik bo`lar ekan. Bu natija xayron qoldiradigan darajada edi. Tomson, uning bu xabari qirollik institutida naqadar ishonchsizlik bilan qabul qilinganini hotirlaydi.

Tomson o`z tajribalarini davom ettirdi. U, ultrabinafsha nurlar tomonidan sug`urib olingan zarralar uchun ham, qizdirilgan katod tomonidan nurlantirayotgan zarralar uchun ham e/m nisbatni tadqiq qildi, barcha yerda bu nisbatning tartibi katod nurlarniki kabi bo`lib chiqdi. Moddaning ushbu mayda zarrachalarini Tomson korpuskulalar deb atadi, biroq bu nom saqlanib qolmadi. Zarrachalar elektron deb nomlana boshlandi. ("Elektron" atamani 1891 yilda ingliz olim J.Stoney kiritgandi).

Elektronlar barcha moddalar atomlarining tarkibiy qismlari ekanligi ayon bo`ldi. Tomsonning o`zi, manfiy zaryadlangan korpuskulalar (elektronlar) ma`lum tartibda musbat zaryadlangan sfera ichida joylashadi deb taxminqilgan holda atomning elektromagnit modelini yaratdi. (Aytib o`tish joizki, xuddi shunday modelni Vilyam Tomson ham taklif qilgandi). Ushbu "Tomsonlar atomi" Rezerford yadroni kashf qilib, Bor tomonidan atom modeli yaratilgunga qadar eng keng tarqalgan atom modeli edi.

Tomson usuli fundamental ahamiyatga ega bo`ldi. U elektron-nurli naychalarning tuzilishida asosida mujassamlashgan, ularning birinchi modellari 1897 yilda Tomson o`zi va undan mustaqil ravishda F.Braun tomonlaridan yaratilgandi.

Tomson usulining rivojlanishi elektron optikaning, elektron lampalarning, zaryadlangan zarralarning zamonaviy tezlatgichlarning asosini tashkil etadi.

Tomson fiziklarga elektronlarni boshqarishni o`rgatdi, va uning asosiy hizmati ham ana shundadir. 1906 yilda gazlardan elektr o`tishga doir tadqiqotlari uchun J.J.Tomson fizikadagi Nobel mukofotiga sazovor bo`ldi.

Tomson musbat zaryadlangan zarrachalarni ham o`rganish usullarini qayta ishlab chiqdi. 1913 yilda bosilib chiqqan uning "Musbat elektrning nurlari" monografiyasi mass-spektroskopiyaga asos soldi. Uning shog`irdi Aston, Tomson uslubiyatini rivojlantirgan holda dastlabki mass-spektrometrni qurdi va izotoplarni ajratish hamda tahlil qilish uslubini qayta ishlab chiqdi. Tomson laboratoriyasida elektr maydonda zaryadlangan bulutning harakati kuzatuvlaridan elementar zaryadni o`lchashga doir birinchi tajribalari o`tkazildi. Ushbu usul keyinchalik Milliken (1868 - 1953) tomonidan takomillashtirildi va elektron zaryadi o`lchalishiga olib keldi.

Kavendish laboratoriyasida mashhur Vilson kamerasi ham yaratildi, u Tomsonning shog`irdi va xodimi Vilson tomonidan 1911 yilda qurilgandi.

Shunday qilib, J.J.Tomson va uning shog`irdlarining atom va yadroviy fizikaning paydo bo`lishi va rivojlanishida roli juda ulkandir. Biroq, J.J.Tomson (uni "Ji, Ji" deb chaqirishardi) umrining ohirigacha efir tarafdori bo`lib qoldi, uning fikricha, kuzatilayotgan hodisalar efirda harakatlanishidan deb bilar va ularning modellarini qayta ishlardi. Masalan u, elektr va magnit maydonlarda aylanma momenti mavjud deb, katod dastasining magnit maydonda og`ishini giroskop presessiyasi sifatida izohlardi. J.J.Tomson 1940 yil 30 avgustda, Angliyaga gitlerchilar bostirib kirish havfi paydo bo`lib, vatani uchun mashaqqatli kunlar boshlanganda vafot etdi.

Pyer va Mariya Kyurilarning kashfiyotlari

Radioaktivlikga qaytaylik. Bekkerel o`zi kashf qilgan hodisasini tadqiq qilishni davom ettirardi. U, buni fosforessensiyaga o`xshash uranning xususiyatidir deb hisoblardi. Bekkerel fikricha, uran "ko`zga ko`rinmas fosforessensiyaga o`xshash xususiyatni namoyon etuvchi metallning birinchi namunasidir". U, uran chiqarayotgan nurlanishi xususiyatlarini yorug`lik to`lqinlari xususiyatlariga o`xshash, deb hisoblardi. Shunday qilib, yangi hodisaning tabiati xali tushunib yetilmagan, "radioaktivlik" so`zining o`zi ham xali yo`q edi.

Bekkerel, uran nurlarining havoni elektro`tkazuvchan qilish qobiliyatini ochdi va batafsil tadqiq qildi. Uning 1896 yil 23 noyabrdagi lavhasi rentgen nurlari ionlashtirish xususiyatlari tufayli havoni elektro`tkazuvchan qilish qobiliyatini ko`rsatib bergan J.Tomson va E.Rezerfordlarning lavhasi bilan deyarli bir vaqtda paydo bo`ldi. Ana shunday tarzda radioaktivlikni o`rganishning muhim usuli kashf qilindi. Bekkerelning 1897 yil 1 mart va 12 apreldagi yuborgan xabarlarida uran nurlanishi ta`siri ostida elektrlangan jismlarning razryadlanishiga doir kuzatuvlarning natijalari bayon etilgandi, ularda uran preparatlarining faolligi bir yildan ziyod vaqt ichida o`zgarmasdan, doimiy bo`lib qolishi haqida muhim ko`rsatma ham mavjud edi.

Tez orada yangi sirli hodisani o`rganishga boshqa tadqiqotchilar ham, shu jumladan, eru-xotin Pyer va Mariya Kyurilar qo`shilishdi. Mariya Sklodovskaya-Kyuri radioaktiv hodisalar tadqiqotlarini 1897 yilning ohirida boshladi, u o`zining

doktorlik dissertasiyasi mavzusi sifatida ushbu hodisalarni o`rganishni tanlagandi. 1898 yilning aprelida radioaktivlikga doir uning birinchi maqolasi bosilib chiqdi. Keyinchalik o`zining doktorlik dissertasiyasida u quyidagilarni yozadi: "Men uran nurlarining kuchlanganligini ularning havoga elektro`tkazuvchanlik bag`ishlay olish xususiyatidan foydalangan holda o`lchardim... Ushbu o`lchashlarda uran kukuni qatlami bilan qoplangan metall plastinka qo`llanilardi".

Ushbu dastlabki ishidayoq M.Sklodovskaya-Kyuri uranga o`xshash xususiyatlarga ega boshqa moddalar mavjudligini o`rganadi. U, "toriy va uning qorishmalari ham shunday xususiyatga ega" ekanligini topadi. Bir vaqtning o`zida xuddi shunday natija Germaniyada Shmidt tomonidan ham e`lon qilingandi.

Undan so`ng u "Shunday qilib, uran, toriy va ularning qorishmalari bekkerel nurlarni chiqaradilar. Bunday xususiyatga ega moddalarni men radioaktiv moddalar deb nomladim. Bundan buyon bu nom keng qabul qilingan bo`lib ketdi" deb yozadi. Shunday qilib, 1898 yil iyulidan, unda fizikadagi yangi atama e`lon qilingandi, "radioaktivlik" degan muhim tushuncha hayotga kirib keldi. Aytib o`tish joizki, bu iyuldagi maqola endi eru-xotin bo`lmish Pyer va Mariya Kyurilar tomonidan imzolangandi.

Pyer o`zining tematikasini (tadqiqotlar mavzusini) tashlab qo`yib, ayolining ishiga faol kirishib ketdi. Eru-xotin tomonidan laboratoriyaga aylantirilgan sanoat fizikasi va kimyosi Maktabining tashlandiq harobasida Ioaximstaläan (hozirda Ioaximov) olingan uran koni chiqindilari bilan o`ta ulkan ish boshlab yuborildi. O`zining "Pyer Kyuri" deb nomlangan kitobida Mariya Kyuri ushbu ish qanday sharoitlarda olib borilgani haqida bayon qiladi: "Menga bir vaqtning o`zida yigirma kilogrammgacha birlamchi materialga qayta ishlov berishga to`g`ri kelardi va natijada harobani kimyoviy cho`kindilar va suyuqliklar bilan to`ldirilgan katta idishlar bilan qalashtirib tashlar edim. Bu o`ta holdan toliqtiruvchi ish edi - qoplarni idishlarga tashmalash, suyuqliklarni u idishdan bu idishga quyishtirish, soatlab cho`yan idishda qaynab turgan materialni kovlab turish".

Bu nafaqat holdan toliqtiruvchi ish, shu bilan birga u havfli ish ham edi: tadqiqotchilar radioaktiv nurlanishning zararli ta`siri haqida bilishmas edi, bu ta`sirlar ohir-oqibat Mariya Sklodovskaya-Kyurini o`z vaqtidan avval olamdan ko`z yumib ketishiga olib keldi.

Zo`r berib qilingan mehnat sermahsul bo`lib chiqdi. Xuddi o`sha, 1898 yilda yangi radioaktiv moddalar olinganligi haqida xabar beruvchi maqolalar ketma-ket paydo bo`ladi. Parij fanlar akademiyasining iyuldagi chiqishida P. va M. Kyurilarning "qorasaqich konida mavjud bo`lgan yangi radioaktiv modda haqida" maqolasi chiqadi. Radiokimyoga asos solgan yangi moddani kimyoviy yo`l bilan ajratib olish usulini bayon etib, ular shundan so`ng: "Biz ... qorasaqich konidan ajratib olingan o`sha moddada shu paytgacha ko`zga tashlanmagan qandaydir metall mavjud deb taxmin qilgandik, u analitik xossalari bo`yicha vismutga o`xshab ketadi. Agar ushbu yangi metallning mavjudligi tasdiqlansa, biz uni bittamiz tug`ilib o`sgan vatanimiz nomiga bag`ishlab poloniy deb nomlashni taklif qilamiz" deb yozadilar.

Poloniyning faolligi uran faolligidan 400 marta yuqori bo`lib chiqdi. Xuddi shu yilning dekabrida eru-xotin Kyurilar va Bemonning "qorasaqich konida

mavjud bo`lgan bitta yangi, o`ta kuchli radioaktiv modda haqida" maqolasi paydo bo`ladi. Bunda kimyoviy xossalari bo`yicha bariyga yaqin yangi, kuchli radioaktiv modda kashfiyoti haqida xabar berilgandi. M.Sklodovskaya dastlabki ishida bildirgan nuqtai nazarga ko`ra, radioaktivlik bu moddaning har qanday kimyoviy va fizikaviy holatlarida saqlanib qoluvchi atomlarning xususiyatidir. "Bunday nuqtai nazarga binoan bizning moddamizning radioaktivligi bariyga bog`liq emasligi (bariyning o`zi radioaktiv emas) tufayli, boshqa qandaydir elementga bog`liq bo`lishi kerak" deb yozishadi mualliflar.

Yangi elementning xlorli qorishmasi olindi, uning faolligi uran faolligidan 900 marta ziyod ekanligi aniqlandi. qorishmaning spektrida hech qaysi ma`lum bo`lgan elementiga mansub bo`lmagan chiziq topildi. "Biz sanab o`tgan dalillar, ushbu yangi radioaktiv modda o`z ichiga qandaydir yangi elementni qamrab olgan, uni biz radiy deb nomlanishini taklif qilamiz" deb yozishadi mualliflar maqolaning xulosasida.

Poloniy va radiyning kashf qilinishi radioaktivlik tarixidagi yangi bosqichini tugatadi. 1903 yil dekabrida A.Bekkerel, Pyer va Mariya Kyurilar Nobel mukofoti bilan taqdirlandilar. 1903 yildagi Nobel mukofoti laureatlari (sovrindorlari) haqida qisqacha biografik ma`lumotlar keltiraylik.

Anri Bekkerel. Anri Bekkerel 1852 yil 15 dekabrda fosforensensiyaga doir o`zining tadqiqotlari bilan shuhrat qozongan atoqli fizik Aleksandr Edmond Bekkerel oilasida tug`ildi. Aleksandr Edmondning otasi, ya`ni, Anrining buvasi Antuan Sezar Bekkerel ham yirik olim bo`lgan. Bekkerellar: buva, ota va nabira, ular tabiiy tarix Milliy muzeyiga taalluqli fransuz tabiatshunos Kyuvå uyida yashardilar. Ana shu uyda Anri o`zining buyuk kashfiyotini qildi, va devoridagi memorial taxtachada "Tadbiqiy fizika laboratoriyasida Anri Bekkerel radioaktivlikni 1896 yilning 1 martida kashf qildi" deb yozib qo`yilgan.

Anri avval litseyda, keyin Politexnika maktabida o`qidi, uni tugatgandan so`ng aloqa yo`llar Institutida muhandis bo`lib ishladi. Biroq tezda uning boshiga musibat tushdi: uning yosh xotini vafot etadi va yosh beva o`g`li Jan, bo`lg`usi to`rtinchi Bekkerel fizik bilan otasining uyiga, tabiiy tarix Muzeyiga ko`chib o`tadi. Avvaliga u Politexnika maktabida repetitor bo`lib ishlaydi, 1878 yildan esa, bobosining vafotidan so`ng o`zining otasiga assistent bo`lib oladi.

188 yili Anri doktorlik dissertasiyasini himoya qiladi va otasi bilan birgalikda serqirrali ilmiy ish olib boradi. Bir yildan so`ng u fanlar Akademiyasiga saylanadi. 1892 yildan u tabiiy tarix Milliy muzeyining professori bo`ladi. Radioaktivlikning kashf qilinishi Bekkerelning taqdirini keskin burib yuboradi. U - Nobel mukofoti sovrindori, Parij fanlar akademiyasining barcha ajratish belgilarining egasi, Londonlik qirollik jamiyati a`zosi. 1908 yil yozida akademiya uni fizik bo`limining doimiy sekretari etib saylaydi. Bekkerel 1908 yil 25 avgustda vafot etadi.

Pyer Kyuri. Pyer Kyuri 1859 yil 15 mayda Parijda shifokor oilasida tug`ildi. Pyerning otasi Ejen Kyuri Parij Kommuna vaqtida o`zining jangovar hizmat joyida bo`lib, yarador inqilobchilar va kommunarlarga yordam berib keldi. Yuqori granjdanlik burchi va jasurlikga ega inson, u ushbu sifatlarini o`zining

o`g`illari Jak va Pyerga o`tkazaoldi. Bolalar - o`n olti yashar Jak va o`n ikki yashar Pyer Kommunaning barrikadali janglarda otasiga ko`mak berib yurdilar.

Pyer xonaki ma`lumotga ega bo`ldi. Kuchli qobiliyat va istedod unga o`n olti yoshida bakalavr unvoniga imtihonlarni topshirishga ko`mak bo`ldi. Yosh bakalavr Sorbonnada ma`ruzalar tinglardi, Farmasevtik institutda professor Leru laboratoriyasida ishlab kelardi va o`n sakkiz yoshidayoq u fizika litsensiati bo`lib oldi. 1878 yildan u Parij universitetida assistent bo`lib ishlay boshladi. O`sha vaqtlardan boshlab u akasi Jak bilan birgalikda kristallarga doir tadqiqotlar o`tkazish bilan shug`ullanadi. Jak bilan birgalikda ular pyezoelektr hodisani kashf qilishadi. 1880 yili Pyer va Jakning "Qiya qirrali gemiedrik kristallarda bosim ta`siri ostida qutbli elektr hosil bo`lishi" maqolasi bosilib chiqadi. Ishning asosiy xulosasini ular quyidagicha ta`riflaydilar: "Qanday sabab bo`lishidan qat`iy nazar, har safar, qiya qirrali gemiedrik kristall ezilganda ma`lum yo`nalishga ega elektr qutblanish hosil bo`ladi; har safar ushbu kristall cho`zilganda elektr ajralib chiqishi qarama-qarshi tomon sodir etiladi".

Undan so`ng ular qarama-qarshi effektni, elektr kuchlanish ta`siri ostida kristallarning deformasiyasini kashf qilishadi. Ular ilk bor kvarsning elektr deformasiyalarini o`rgandilar, pyezokvarsni yaratdilar va undan kuchsiz elektr zaryad va toklarni o`lchashda foydalandilar. Lanjeven pyezokvarsdan ultratovushlarni generasiya (hosil) qilishda foydalanardi. Pyezokvars, shuningdek, elektr tebranishlarni stabilizasiya qilish uchun ham ishlatiladi.

Besh yillik samarali ishdan so`ng aka-ukaning yo`llari ayri tushdi. Jak Kyuri (1855 - 1941) Monpelyega ko`chib ketdi va mineralogiya bilan shug`ullana boshladi, Pyer 1883 yili Parij munitsipaliteti tomonidan yangi ochilgan sanoat fizikasi va kimyosi Maktabida fizikadan amaliy ishlarga rahbar etib tayinlandi. Bu yerda Kyuri kristallografiya va simmetriyaga doir o`zining tadqiqotlarini bajardi, ularning bir qismini vaqt-vaqti bilan Parijga kelib turgan Jak bilan birgalikda o`tkazdi.

1891 yili Pyer Kyurining e`tibori magnitlarga doir tajribalarga qaratildi. Ushbu tajribalar natijasida u aniq qilib haroratga bog`lanishiga qarab diamagnit va paramagnit hodisalarni ajratdi. Ferromagnit xossalarning haroratga bog`lanishini o`rganib, u ferromagnit xossalari yo`qoladigan "Kyuri nuqtasi"ni topdi, va paramagnit jismlar qabul qilinishining haroratga bog`lanishi qonunini (Kyuri qonuni) kashf qildi.

1895 yilda Pyer Kyuri Mariya Sklodovskayaga uylandi.

Radioaktivlik kashf qilingan vaqtdan boshlab izlanishlarning yangi sohasi yosh eru-xotinni qiziqtirib qo`ydi, va 1897 yildan ular birgalikda uni o`rganib ishlay boshladilar. Bu ijodiy hamkorlik Pyerning fojeali o`limiga qadar davom etib keldi. 1906 yil 19 aprelda pasxal ta`til kunlarni oilasi bilan qishloqda o`tkazib qaytib kelgan Pyer Kyuri aniq fanlari o`qituvchilari Assotsiasiyasi majlisida qatnashadi. Majlisdan qaytayotganda u, ko`chani kesib o`taturib og`ir yuklangan arava tagiga tushib yiqiladi va boshidan lat yeyishi oqibatida o`ladi.

"Fransiyaning haqiqiy shuhrati bo`lganlardan biri so`ndi" deb yozadi Pyer Kyuri tarjimai holida Mariya Kyuri.

Mariya Sklodovskaya-Kyuri. Mariya Sklodovskaya 1867 yil 7 noyabrda Varshavada varshavalik gimnaziya o`qituvchisi oilasida tug`ildi. Mariya yaxshi xonaki tayyorgarlikga ega bo`ldi va gimnaziyani oltin medal bilan bitirdi.

1883 yildan gimnaziyadan so`ng u boy polyaklar oilalarida tarbiyachi bo`lib ishlab yurdi. Keyinchalik u qanchadir vaqt uyida yashab, o`zining jiyani, D.I.Mendeleevning hodimi Iosif Bogusskiy laboratoriyasida ishlab yurdi.

1891 yili u Parijga ketadi va Sorbonnaning fizika-matematika fakulòetiga o`qishga kiradi. 1893 yilda u fizika fanlari bo`yicha litsensiat darajasini qo`lga kiritadi, bir yildan so`ng esa, matematika fanlari litsensiati bo`lib oladi.

Xuddi o`sha davrda u rangli fotografiya ixtirochisi Lippman tomonidan taklif qilingan "Toblangan po`latning magnit xossalari" mavzusidagi dastlabki ilmiy ishini bajaradi. Mavzu ishi yuzasidan ish olib borib, u sanoat fizikasi va kimyosi Maktabiga o`tadi va u yerda u Pyer Kyurini uchratadi.

Ular birgalikda yangi radioaktiv elementlarni kashf qilishadi, birgalikda 1903 yilda Nobel mukofotiga sazovor bo`lishadi, va Pyerning o`limidan so`ng Mariya Kyuri Parij universitetida uning vorisiga aylandi, bu yerda Pyer Kyuri 1900 yilda professor etib saylangandi. 1906 yil 13 mayda Nobel mukofotining birinchi ayol laureati mashhur Sorbonnaning birinchi ayollardan chiqqan professor bo`lib oladi. U dunyoda birinchi bo`lib radioaktivlikga doir ma`ruzalar kursini o`qiy boshlaydi. Nihoyat, 1911 yilda u olimlardan birinchi marta, ikki marotaba Nobel mukofoti sovrindori bo`ldi. Bu yili u Nobel mukofotini kimyo bo`yicha qo`lga kiritgandi.

Birinchi jahon urushi yillarida Mariya Kyuri harbiy gospitallar uchun rentgen o`rnatmalarni yaratadi. Urushdan biroz avvalroq Parijda Radiy Instituti ochilgandi, bu yer Kyurining o`zi uchun, uning qizi Iren va kuyovi Frederik Jolio uchun ish joyiga aylandi. 1926 yili Mariya Sklodovskaya-Kyuri fanlar Akademiyasiga fahriy a`zo etib saylanadi.

Kvantlarning kashf qilinishi

Rentgen nurlarining (Rentgen, 1895 y.), radioaktivlikni (Bekkerel, 1896 y.), elektronni (Tomson, 1897 y.), radiyni (Pyer va Mariya Kyuri, 1898 y.) kashf qilinishi atom va yadroviy fizikaning o`rganilishiga asos solindi. 1899 yilda E.Rezerford radioaktivlikga doir kattagina maqola bilan chiqadi, unda uran va toriy nurlanishi murakkab tarkibga ega ekanligi hamda uning o`zi α va β (keyinchalik ularga γ- nurlar ham qo`shildi) deb nomlagan nurlarga parchalanishi ko`rsatilgandi. Bu radioaktiv nurlanishning murakkab xarakteriga ishora qilinardi. 1900 yilda insoniyatga azaldan ma`lum bo`lgan issiqlik nurlanishni o`rganayotgan Maks Plank uning atomli xarakterini kashf qiladi.

Issiqlik nurlanishi insonlarga qadimdan tanish. quyosh nurlari ostida yoki olov oldida turib isinayotgan inson quyosh nurlaridan yoki o`choqdan taralayotgan iliqlikdan huzur qiladi. Ammo, nima uchun yoqilgan pechka isitadi degan savolga javobni topish unchalik oson bo`lmadi. "Issiqlik nurlari" mavjudligini XVIII asrda kimyogar Sheele (1742 - 1786) taxmin qildi, ammo issiqlik nurlari bilan tajribalarni florensiyalik akademiklar ham o`tkazishgandi, ular botiq ko`zgu fokusida joylashtirilgan termoskop sharchasini yax parchasidan taralayotgan

"sovuqlik" sovitishini isbotlagandilar. Issiqlik nurlarini botiq ko`zgular ("Pikte ko`zgulari") yordamida akslantirishga doir tajribalarni XVIII asrda Pikte (1752 - 1825) o`tkazgandi, Prevo (1751 - 1839) esa, 1791 yilda harakatchan issiqlik muvozanat qonunini o`rnatgandi. V.Gershel ko`rinma spektrning qizil qismi ortida ko`zga ko`rinmas "issiqlik nurlari"ni kashf qilgandi.

Issiqlik nurlanish nazariyasi 1859 yildan boshlanadi, unda Kirxgof o`zining nomini olgan issiqlik nurlanishining asosiy qonunini kashf qilib, taratish qobiliyati universal ahamiyatga ega bo`lgan absolyut qora jism tushunchasini kiritgandi. Maks Plank o`zining ilmiy tarjimai holida Kirxgof qonuni haqida quyidagicha yozadi: "Ushbu qonun shuni ta`kidlaydiki, agar to`liq akslantiruvchi devorlari bilan chegaralangan so`rib olib tashlangan bo`sh fazoda butkul ixtiyoriy ravishda nurlantiruvchi va yutuvchi jismlar joylashtirilgan bo`lsa, vaqt o`tishi bilan shunday holat o`rnatiladiki, unda barcha jismlar bir xil haroratga ega bo`ladi, nurlanish esa, o`zining xossalari bo`yicha, shu jumladan energiyaning spektral taqsimoti ham, jismlarning xossalariga emas, balki faqat haroratga bog`liq bo`ladi". Ushbu teng muvozanatli nurlanish absolyut qora jism nurlanishidir, uning to`lqin uzunliklari bo`yicha taqsimot qonuni to`lqin uzunliklar va haroratning universal funksiyasi ko`rinishida namoyon bo`ladi. Maks Plank yozadiki: "Bu energiyaning normal taqsimoti deb nomlanmish taqsimot o`zi qandaydir absolyut narsa bo`lib tasavvurlanadi".

Kirxgof o`zining qonunini o`rnatganiga (uni termodinamika tamoyillari yordamida 1860 yilda o`rnatgandi) 20 yil o`tgandan so`ng Jozef Stefan (1835 - 1893) fransuz fiziklar bajargan o`lchashlardan qora jism tomonidan nurlantirilayotgan barcha to`lqin uzunliklarning energiya yig`indisi jismdagi absolyut haroratining to`rtinchi darajasiga proporsional ekanligi haqida va proporsionallikning koeffitsiyenti aynan universal konstantadir degan xulosa chiqaradi.

Stefan o`zining qonunini 1879 yilda ta`riflab bergandi. Besh yildan so`ng, 1884 yili, Stefan shog`irdi Lyudvig Bolsman, nurlanishga termodinamika tamoyillarini tadbiq etgan holda va yorug`lik bosimi mavjudligidan kelib chiqib (Maksvellga binoan bu bosim izotrop nurlanish uchun energiyaning hajmiy zichligini uchdan bir qismiga teng), nazariy jihatdan Stefan qonunini chiqaradi. Shu vaqtdan boshlab u Stefan - Bolsman qonuni deb, qonunning doimiysi esa - Stefan - Bolsman doimiysi deb nomlanadigan bo`ldi.

Bolsman nazariyotchilarga tadqiqotning yo`lini - termodinamika tamoyillaridan va yorug`likning elektromagnit qonunidan foydalanishni ko`rsatib berdi. Bu yo`ldan borgan va materiyaning kinetik nazariyasidan foydalangan holda rus fizik V.A.Mixelson 1887 yilda qattiq jism nurlanishi spektrida energiya taqsimotini nazariy jihatdan tushuntirib berdi. Mixelsonning "Qattiq jism spektrida energiya taqsimotini nazariy jihatdan tushuntirish tajribasidan" ishi 1887 yilda "Rus fizik va kimyo jamiyati Jurnali"da, shuningdek, fransuz tilda "Gournal de Physique"da, ingliz tilda "Philosophical Magazine"da xuddi shu 1887 yilda bosilib chiqdi.

Vladimir Aleksandrovich Mixelson 1860 yil 30 iyunda podolñk guberniyasining Tul÷in shahrida tug`ildi. Moskvada 1878 yilda xususiy

gimnaziyani tugatgandan so`ng u Peterburg aloqa yo`llar muhandislari institutiga o`qishga kiradi. Biroq tezda uning qiziqishi fizika ekanligini tushunib yetadi va Moskva universitetiga o`tib ketadi. A.G.Stoletov Mixelsonning qobiliyatini payqaydi va universitetni tugatgandan so`ng 1883 yilda uni professorlik darajasiga tayyorlash uchun qoldiradi. 1887 yilda Mixelson chet el safariga chiqadi, u yerda Gelmgols laboratoriyasida "Portlovchi gaz qorishmalari yonishining normal tezligi haqida" mavzudagi magisterlik dissertasiyasi ustida ish olib boradi. Dissertasiya yuqori bahoga ega bo`ldi va Stoletov taklifiga ko`ra fizika-matematika fakulòeti kengashi Mixelsonga magisterlikni chetlab o`tib, doktorlik darajasini berdi.

Mixelson Moskva qishloq xo`jaligi instituti (sobiq Petrov nomidagi qishloq xo`jalik akademiyasi, kelajakdagi Petrovsk-Razumovskiydagi Timiryazev qishloq xo`jalik akademiyasi) fizika va meteorologiya kafedrasi professori etib saylandi. Mixelson Rossiyada meteorologik kuzatuvlarni tashkillashtirishga va laboratoriya qoshida meteorologik rasadxona yaratishga doir katta ishlarni boshlab yubordi. Uning loyihasi bo`yicha Petrovsk-Razumovskiyda hozirda V.A.Mixelson nomini olgan meteorologik rasadxona qurildi. Mixelsonning o`zi aktinometriya bilan ko`p va samarali shug`ullandi.

Oktyabr to`ntarishidan keyin Mixelson sovet hukumati bilan faol hamkorlik qiladi. Maqolalaridan birida u qurg`oqchilik kelishini bashorat qiladi, bu maqola 1920 yil 17 sentyabr sanasidagi "Izvestiya" gazetasida "Muhim ogohlantirish" nomi ostida bosiladi.

V.A.Mixelson 1927 yil 27 fevralida vafot etdi.

Issiqlik nurlanishi tarixiga qaytaturib, aytib o`tish joizki, Mixelson maqolasiga amerikalik astrofizik Samuel Langley (1834 - 1906) tomonidan olib borilgan o`lchovlar asos bo`lgandi. U 1886 yilda o`zi ixtiro qilgan bolometri yordamida infraqizil nurlari ustidan olib borgan tadqiqotlarini hamda quyosh spektrida energiya taqsimotiga doir tadqiqotlarini e`lon qiladi. Mixelson, Langley natijalari tutash spektridagi energiya taqsimotining nazariy tahlili dolzarb qilishini ko`rsatadi. U, "taklif qilinayotgan natijalarining kattaroq qismiga haqiqatga dastlabki, qo`pol yaqinlashuvi sifatida qaralmog`i lozim" deb ta`kidlaydi. U qo`lga qiritgan nazariy egri chiziqlar "Langley o`zining eksperimental egri chiziqlarini bayon eta turib, ko`rsatgan barchasi, istisnosiz, umumiy xossalariga ega". Langley egri chiziqlarining muhim hususiyatlaridan biri - harorat ko`tarilgan sari qisqa to`lqinlar tomon siljib boruvchi maksimumining mavjudligidir. Mixelson nazariyasi absolyut harorat θ bilan to`lqin uzunligi $\lambda_{\max}$ orasidagi quyidagicha munosabatni berdi:

$$3\theta\lambda^{2}{}_{\max} = C,$$

yoki, agar harorat uchun ko`proq ishlatiladigan belgisini kiritadigan bo`lsak:

$$\lambda^{2}_{\max} T = const.$$

Mixelson siljish qonunining aniq ta`rifini berishga muvaffaq bo`laolmadi. Ammo uning ishi yo`lni ko`rsatib bergandi, bu yo`ldan borgan Vilgelm Vin (1864 - 1928) 1893 yili ushbu qonunning aniq ifodasini berdi:

$$\lambda_{\max} T = const.$$

Xuddi shu, 1893 yilda B.B.Golitsinning "Matematik fizikaga doir tadqiqotlar" dissertasiyasi taqdim etilgandi, uning ikkinchi qismida issiqlik nurlanish nazariyasi berilgandi. Unda Golitsin ilk bor nurlanish harorati tushunchasini kiritgandi, u efir harorati bilan aynan o`xshatilgandi, shuning uchun ancha shubhali bo`lib ko`rinardi. "Erkin efirda notartib harakatlar bo`lishi yoki bo`lmasligini biz bilmaymiz, shuning uchun ham biz efir harorati haqida gapira olmaymiz" deb deyishgandi A.G.Stoletov va A.P.Sokolov Golitsin dissertasiyasiga yozgan o`zlarining tanqidiy taqrizida. Nazariy fizikaning keyingi rivojlanishi Golitsin haq ekanligini ko`rsatdi, efirning o`zi ham olamning fizikaviy manzarasidan o`chirib tashlandi. Golitsin ortidan fanga muhim bo`lgan nurlanish harorati tushunchasi kiritilishidek tarixiy hizmati qoldi. Uning dissertasiyasida, shuningdek, Vin va Reley - Jins xulosalariga ajdod bo`luvchi boshqa natijalar ham mavjud edi. Ammo opponentlar Stoletov va Sokolovlarning yozib bergan keskin tanqidiy taqrizi Golitsinni dissertasiyasini qaytarib olishga majbur etdi.

Boris Borisovich Golitsin 1862 yil 2 martda tug`ilgan. Kelib chiqishiga ko`ra u qadimgi nomdor (Golitsin knyazlar) dvoryan nasliga mansub edi. U Dengiz korpusida tarbiyalandi, uni 1880 yili gardemarin lavozimida tugatdi. 1884 yildan 1886 yilga qadar u Dengiz akademiyasida tahsil oldi, uni tugatgandan so`ng peterburg universitetiga kirishga harakat qildi. Bu niyatning amalga oshirilishida jiddiy to`sqinlik unda yetuklik attestati yo`qligi edi, shuning uchun Golitsin, Lebedev kabi Strasburgga, Kundtga ketadi. Bu yerda u P.N.Lebedevni uchratadi, u bilan tanishuvi do`stlikga aylanadi. Strasburgda u "Dalton qonuni haqida" mavzudagi falsafa doktori darajasiga dissertasiyani yoqlaydi. Rossiyaga qaytib kelgandan so`ng u Peterburg universitetida magisterlik imtihonlarni topshirdi va Moskvaga yo`llanma oldi, u yerda universitet privat-dotsenti joyini egalladi. U taqdim etgan "Matematik fizikaga doir tadqiqotlar" magisterlik dissertasiyasi rus fanining solnomasida og`ir tarixning boshlanishi bo`lib chiqdi. Ko`pchilik uchun umuman kutilmaganda omadsiz dissertant Peterburg fanlar Akademiyasiga Stoletovga va`da qilib qo`yilgan joyi o`rniga saylanadi. Stoletov uchun bu voqea fojeaga aylandi: kechinmalar bilan holsizlangan Stoletov oddiy shamollashni ko`taraolmadi, va "akademik ko`ngilsizlik"dan keyin tez orada Stoletov vafot etdi.

Golitsin akademik sifatida seysmologiyaga doir tadqiqotlari va seysmologik kuzatuvlarni tashkillashtirishi bilan shuhrat qozondi. Shuningdek, unga kritik holatga doir muhim tadqiqotlar mansub, Dopler - Fizo tamoyiliga doir tadqiqotlar, unda I.I.Vilip bilan birgalikda ushbu effektning eksperimental isbotini bergan.

Golitsin 1916 yil 16 mayda vafot etdi.

Issiqlik nurlanish nazariyasida erishilgan sezilarli natijalarga qaramay, nurlanishning to`lqin uzunliklar bo`yicha energiya taqsimotini ifodalovchi universal funksiyaning ko`rinishi hamon noaniq edi. Lummer (1860 - 1925) va Vin 1895 yili kichik tuynukga ega berk bo`shliq ko`rinishidagi absolyut qora jismning modelini yaratdilar. Ikki yildan so`ng, 1897 yili, absolyut qora jism bilan tajribalar o`tkazgan Lummer va Pringsgeym (1859 - 1917) to`lqin uzunliklar bo`yicha energiya taqsimotining eksperimental egri chiziqlarni topdilar. Xuddi shu yili nurlanish muammosiga qarata hujumini Plank boshladi.

Maks Plank 1858 yil 23 aprelda Kil shahrida Kil universitetining yuridik fakulòeti professori Vilgelm Plank oilasida tug`ildi. Maks to`qqiz yoshga to`lganda oila Myunxenga ko`chib o`tadi. Plank avval Myunxen, undan so`ng Berlin universitetlarida o`qidi, u yerda Kirxgof, Gelmgols, Veyyershtrass ma`ruzalarini tingladi. Uni termodinamika, va ayniqsa, uning ikkinchi qonuni qiziqtirib qoldi va bu qiziqish Plankda butun umrga qoldi. Menxenga qaytib, oliy o`quv yurtda o`qitishga huquq beruvchi imtihonlarni topshirgach, Plank 1879 yili "Issiqlikni mexanik nazariyasidagi ikkinchi qonuni haqida" doktorlik dissertasiyasini himoya qiladi. Bir yildan so`ng dotsentlik unvonini olish uchun u "Turli haroratlarda izotrop jismlarning teng muvozanatli holati" dissertasiyani yoqlaydi.

Myunxen universiteti dotsenti bo`lib ishlab yurganda Plank nazariy fizikadan ma`ruzalar kursini tuza boshladi. Ammo, 1897 yilga qadar u ma`ruzalarini bosmadan chiqarishga kirishaolmadi. 1887 yilda u Gettingen universiteti falsafa fakulòeti e`lon qilgan mukofotiga tanlov risolani yozadi, Ushbu risola uchun Plank mukofotni oladi, energiya saqlanish qonuni tarixiy-uslubiy tahlilini mujassamlashtirgan ushbu ish esa 1887 yildan 1924 yilgacha besh marta qayta nashrdan chiqarildi. Bu vaqt oralig`ida Plank fizikaviy-kimyoviy jarayonlar termodinamikasiga doir qator ishlarni bosmadan chiqardi. U yaratgan suyultirilgan eritmalarning kimyoviy nazariyasi ayniqsa tanildi. 1897 yilda uning termodinamikaga doir ma`ruzalarning birinchi nashri chiqdi. Bu klassik kitob bir necha marotaba qayta-qayta nashrdan chiqarildi (ohirgi nashri 1922 yilda chiqdi) va chet tillarga, shu jumladan, ruschaga ham o`girildi. Bu vaqtga kelib Plank endi Berlin universiteti ordinar professori va Prussiya fanlar Akademiyasi a`zosi edi. 1897 yildan boshlab Plank issiqlik nurlanishi muammosi bilan yaqindan shug`ullana boshladi.

Tadqiqotlarning natijasida axtarilayotgan chastotalar bo`yicha taqsimot funksiyasi kashf qilinishi bo`ldi, uni tushuntirishda Plankdan energiya kvantlari gipotezasini qabul qilish talab etildi. 1906 yilda plankning "Issiqlik nurlanishi nazariyasiga doir ma`ruzalar" klassik monografiyasi chiqdi. U bir necha marotaba qayta nashr qilindi. Ushbu kitobning ruscha o`girmasi "Issiqlik nurlanishi nazariyasi" nomi ostida 1935 yili chiqqandi. Harakat kvanti kashf qilganligi uchun 1918 yilda Maks Plank fizika bo`yicha Nobel mukofotiga sazovor bo`ldi.

Plankning keyingi hayot yo`li og`ir kechinmalar bilan bog`liq. Birinchi jahon urushi davrida Verden yaqinida uning o`g`li xaloq bo`ladi, ikkita qizi vafot etadi. 1945 yili Gitlerga qarshi fitnada qatnashganligi uchun uning katta o`g`li qatl etiladi. Urush paytda uning uyi bombardimon bo`ladi, u umr bo`yi to`plagan kutubxonasi yo`q bo`lib ketadi. Uning o`zi Kasselga borganda bombalardan saqlanadigan yerto`lada ko`milib qoladi, va uni kovlab olgunlarga qadar u yerda bir necha soat o`tkazadi. Plank 1947 yil 4 oktyabrda deyarli 9o yosh umr ko`rib vafot etadi. U Germaniyaning ko`tarilishini ham, uning tor-mor bo`lishini ko`rgandi, franko-prussiya urushini, birinchi va ikkinchi jahon urushlarni boshdan kechirgandi. Klassik fizikaning rivojlanishi ham, vayron bo`lishi ham uning ko`zi ostida sodir etildi. Uning hayotligida maksvellcha elektrodinamika, termodinamika, klassik statistika, elektron nazariya, nisbiylik nazariyalari yaratildi. Eru-xotin Kyurilar radiyni kashf qilganlarida u qirqqa kirgandi, qirq ikki yoshida

uning o`zi harakat kvantini kashf qildi. U, kvant mexanika, yadroviy fizikalarning rivojlanishi guvohi bo`ldi, umrining ohiri esa Xirosima yong`ini bilan yoritilgandi.

Nurlanish qonuni kashfiyoti tarixi va kvantlar gipotezasi paydo bo`lishi haqida Plank ko`p marotaba bayon qilgan. Bu haqda u o`zining Nobel mukofoti topshirish marosimida 1920 yil 2 iyulda Stokgolmda so`zlagan "Kvant nazariyasining paydo bo`lishi va astalik bilan rivojlanishi" nutqida ham gapirgandi. Bu haqda vafotidan so`ng 1948 yilda chiqarilgan Plankning "Ilmiy tarjimai holi"da ham bayon etiladi.

Avval aytib o`tganimizdek, Plank nurlanish muammosini o`rganishga 1897 yili kirishgandi. Ungacha bu masalani hal etishda eng yaxshi natijalarga V.Vin erishgandi. 1893 yili u ko`rinmas nurlanishning hajmiy zichligi uchun formulani

$$\rho(\nu,T)=\nu^3 f\left(\frac{\nu}{T}\right)$$

funksiya ko`rinishida topgandi, bu yerda $f$ – noaniq bo`lib qolayotgan funksiya. Bu formuladan siljish qonuni $\lambda_{\max}T=const$ kelib chiqardi.

1896 yilda Vin yana bir qadam oldinga tashladi va funksiyani oshkor ko`rinishida yozdi. Uning qonuni quyidagi ko`rinishga ega edi:

$$\rho(\nu,T)=\alpha\nu^3 e^{\frac{\beta\nu}{T}}.$$

Masala hal bo`lgandek tuyuladi. Ammo, birinchidan, Vin xulosasini nazariya nuqtai nazaridan butkul tanbehsiz deb bo`lmasdi, va Reley 1900 yilda "nazariy jihatdan ushbu natija menga ko`p emas, oz emas, tusmolga o`xshab tasavvurlanayapti" deb yozgandi; ikkinchidan, va bunisi asosiysi, Vin formulasi yuqori chastotalar (qisqa to`lqinlarda) sohasida o`zini oqlasada, ammo Rubens va Kurlbaumlar tomonidan infraqizil to`lqinlarda olib borgan o`lchashlar "Vin qonunidan butkul farqlanuvchi hulq-atvor aniqlandi".

Har qalay, Plank o`z yo`lidan bordi. U, har biri aniq chastotadagi elektromagnit energiyani nurlantiruvchi va yutuvchi ossillyatorlar jamlanmasini tasavvur etuvchi qora jism modelini olib ko`radi. "Tabiiy nurlanish" gipotezasini kiritib, Plank, garchi nurlanish elektrodinamikaning invariant tenglamalari bilan yechilsada, bu sistemani termodinamik qaytmas jarayonlariga moslashtirib oladi. 1899 yil 15 mayda Plank nurlanishning hajmli zichligi bilan ossillyatorning o`rtacha qiymati orasidagi nisbatlarini topishga muvaffaq bo`ldi:

$$\rho(\nu,T)=\frac{8\pi\nu^2}{c^3}\overline{U}(T).$$

bu yerdagi $U(T)$ – ossillyatorning o`rtacha energiyasi.

Plank ossillyatorning energiya va entropiya orasidagi munosabatni o`rnatdi, uning asosida, balkim, Vin qonuni mujassamlashgandir. Biroq, xuddi shu vaqtda Rubens va Kurláaumlarning o`lchashlari uzun to`lqinlar uchun Vin qonunidan foydalanib bo`lmasligini ko`rsatdi, bu esa, Plank oldiga og`ir muammoni qo`ndalang qildi. Plank energiya va entropiya bog`lanishidan qandaydir kattalik R ni oldi, u Vin qonuni qo`llanishi mumkin bo`lgan sohada energiyaga proporsional edi. Ammo uzun to`lqinlar sohalarida $R$ ni energiya kvadratiga proporsional qilib olish lozim bo`ldi.

"Shunday qilib, birinchi tajribalardayoq *R* funksiya uchun ikkita sodda chegaraviy ko`rinish topildi: kichik energiyalarda *R* energiyaga proporsional bo`lsa, katta energiyalarda - energiya kvadratiga proporsional edi... Endi *R* uchun eksperimental topilganlariga muvofiq energiya taqsimoti qonunini beruvchi aniq ifodani topish lozim edi. Endi, umumiy holda *R* kattalikni ikkita hadlarning - biri chiziqiy, ikkinchisi energiya bo`yicha kvadrati, - yig`indisiga tenglashtirish qolgandi, bunda kichik energiyalarda birinchi had, kattalarida esa - ikkinchi had hal qiluvchi ahamiyatga ega edi. Bunda nurlanish uchun yangi formula topilgandi, uni men 1900 yil 19 oktyabrda Berlin fizika jamiyati majlisida taqdim etib, tekshirib ko`rishni taklif qildim" deb hotirlaydi Plank.

Plank tomonidan topilgan formula quyidagi ko`rinishga ega edi:

$$\rho(\nu,T)=\frac{c_1\nu^2}{e^{\frac{c_2\nu}{T}}-1}.$$

Rubens majlis tugashi bilanoq Plank formulasini o`zining o`lchashlardan olingan ma`lumotlari bilan solishtira boshladi. Erta tongda u Plank oldiga keldi va barcha yerida formulasining tajriba bilan qanoatlantiruvchi mosligi topilganini xabar qiladi. Ammo, Plank o`zi tan olishicha, formulani topish usuli unga "muvaffaqiyatli topilgan qonunining rasmiy ma`nosini berardi". Va bu yerda Plank ilk bor entropiya va extimollik bog`lanishi haqidagi Bolsman g`oyalaridan foydalanib nurlanish qonunini axtarishga tushgan Mixelsonning statistika usuliga murojaat qiladi. Bu bog`lanishni Plank quyidagi ko`rinishda yozdi:

$$S=k\ln W,$$

bu yerda *k* – Bolsman doimiysi, ammo bu kattalikni ilk bor Plank hisoblab chiqqan va kiritgandi. Extimollik va nurlanish qonunini kiritish uchun Plank, har bir ossillyator energiyani chegaraviy porsiyalar bilan nurlantiradi va yutadi degan gipotezani qabul qilishiga to`g`ri keldi. Bu porsiyani Plank chastotaga proporsional $\varepsilon=h\nu$ deb faraz qildi, bu yerdagi *h* – qandaydir universal doimiy, uni Plank "elementar harakat kvanti" deb nomladi. "Shunday qilib, Bolsmancha mazmundagi extimollik o`lchovi singari nurlanish uchun ham entropiya mavjudligi aniqlangandi" deb yozadi Plank.

Ammo extimollikni hisoblashda Plankga Bolsman usulidan chetlashishiga to`g`ri keldi, va ancha vaqtdan keyingina bu chetlashishning ma`nosi aniqlandi: kvantlarning statistikasi Bolsmancha emas ekan. 1900 yil 14 dekabrda Plank Berlin fizik jamiyatiga o`zining gipotezasi va nurlanishning yangi formulasi haqida xabar berdi:

$$\rho(\nu,T)=\frac{8\pi\nu^2}{c^3}\cdot\frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}}-1}.$$

Spektrning barcha sohalarida haqqoniy bo`lgan formuladan ham Stefan - Bolsman qonuni, ham Vinning siljish qonuni kelib chiqardi. Katta chastotalarda u Vin formulasiga aylanardi, kichik chastotalarda esa quyidagi formulaga o`tardi:

$$\rho(\nu,T)=\frac{8\pi\nu^2}{c^3}kT,$$

bunday formulani Reley 1900 yil iyul oyida "qora nurlanish qonuniga doir izohlar" kichik maqolasida bergandi. Reley ushbu formulani erkinlik darajalari bo`ylab energiyaning tekis taqsimlanish qonunidan foydalangan holda chiqargandi.

1905 yilda uning o`zi va undan mustaqil ravishda Jins ham, klassik statistika Plank formulasiga emas, balki aynan Reley formulasiga olib kelishini ko`rsatishadi, shundan keyin bu formula Reley - Jins qonuni deb nomlanadigan bo`ldi.

Nurlanish qonuni tarixi XX asrda ham davom etib turdi. Plankning o`zi o`zining gipotezasini klassik tasavvurlar yo`nalishiga kiritishga urinib ko`rdi. Ammo u buning uddasidan chiqaolmadi.

Kvantlar gipotezasi zamonaviy fizikasining "malikasi"ga aylanib, yangidan-yangi sohalarni egallab bordi.

Rentgen nurlarining, radioaktivlikning, elektronning, radiyning, harakat kvantining kashf qilinishi XX asr fizikasining rivojlanish xarakterini belgilab berdi. Ilmiy inqilob boshlanib kelayotgandi.

IV BOB. FIZIKADAGI INQILOBNING BIRINCHI BOSQICHI

Radioaktiv almashishlarning kashf qilinishi. Atom energiyasining g`oyasi

XIX asr ohiri va XX asrning birinchi besh yilligida qilingan kashfiyotlar fizikaviy dunyoqarashda ilmiy inqilobga olib keldi. O`zgarmas atomlar haqidagi tasavvur, moddaning o`zgarmas miqdori bo`lmish massa haqidagi tasavvur, olamning fizikaviy tasvirining qulamas ustuni bo`lmish Nyuton qonunlari haqidagi tasavvur, absolyut fazo va vaqt haqidagi tasavvurlar, bular barchasi quladi; uzluksiz jarayonlarda diskretliylik, uzilish aniqlandi.

Demokrit davridan fizika va falsafada yashab kelgan o`zgarmas, buzilmas atomlar haqidagi tasavvur radioaktivlik kashf qilinishi bilan vayron bo`lgandi. Radioaktivlikga doir tadqiqotlarning boshlaridayoq Mariya Sklodovskaya-Kyuri "Uran va toriy birikmalarining radioaktivligi atom xossalari bilan tasavvurlanadi... Men bu nuqtai nazaridan uran va toriy birikmalarini tadqiq qildim va turli sharoitlarda ularning faolligiga doir ko`psonli o`lchashlarni bajardim. Bu o`lchashlarning jamlanmalaridan shu narsa kelib chiqadiki, ushbu birikmalarning radioaktivligi haqiqatdan ham atom xususiyatidir. U bu yerda ikkala ko`rilayotgan elementlarning atomlari mavjudligi bilan bog`langan bo`lib ko`rinadi va na fizik holat o`zgarishlari bilan, na kimyoviy o`zgartishlari bilan yo`q qilinmaydi" deb yozgandi.

Shunday qilib, uran, toriy, va keyinchalik kashf qilingan poloniy va radiy atomlari o`lik g`ishtchalar emas, balki ular faollikga ega, nurlanishni taratar ekanlar. Ushbu nurlarning tabiati bir qator olimlar tomonidan o`rganildi, ammo radioaktiv nurlarining murakkab tarkibini ilk bor Rezerford aniqladi. 1899 yilda bosilib chiqqan "Uranning nurlanishi va u tufayli hosil bo`ladigan elektro`tkazuvchanlik" maqolasida u elektr usuli yordamida uranning nurlanishi murakkab tarkibga ega ekanligini ko`rsatdi.

Kondensatorning bitta plastinasini uran tuzi kukuni bilan qoplab, batareyaning qutbiga ulanardi, ikkinchisi kvadrant elektrometrga ulanadi, kvadrantning ikkinchi jufti batareyaning yerga ulangan qutbi bilan

birlashtirilgandi. Uran nurlari ionlantiruvchi ta`siri tufayli sodir etiladigan razryad tezligi o`lchanardi. Kukun metall folãaning yupqa yaproqchalari bilan yopilgan. "Ushbu tajribalar uran nurlanishi tarkibi jihatidan bir jinsli emasligini ko`rsatadi, unda turli xildagi kamida ikkita nurlanish mavjud. Biri juda kuchli yutiladi, qulaylik uchun uni $\alpha$-nurlanish deb nomlaylik, ikkinchisi juda kuchli o`tuvchanlik xususiyatga ega, uni β-nurlanish deb nomladik" deb yozgandi Rezerford.

Tadqiqotlarni o`tkazayotgan chog`ida Rezerford toriyning radioaktivligini kashf qilgan Shmidtning ishi haqida eshitdi (Sklodovskaya-Kyurining xuddi shunga o`xshash ishi haqida u, extimol, bilmagan bo`lishi mumkin). U toriy nurlanishini tadqiq qildi va toriyning α-nurlanishi uranning α-nurlanishidan kattaroq o`tuvchanlik xususiyatiga ega ekanligini aniqladi. Shuningdek u, toriyning nurlanishi ham "tarkibi bo`yicha bir jinsli emas, unda yanada kattaroq o`tuvchanlik xususiyatiga ega qandaydir nurlar mavjud" deb ta`kidlaydi. Ammo toriy nurlanishi aniq tahlilini Rezerford o`tkazgani yo`q. 1900 yilda Vilar kuchli o`tuvchanlikga ega zaif nurlanishni kashf qiladi. Vilarning nurlari γ- nurlar deb ataldi.

Aniqlanishicha, α-, β-, γ-nurlar nafaqat o`tuvchanlik xususiyatlari bilan farqlanar ekanlar. Bekkerel 1900 yilda $\beta$-nurlar magnit maydon ta`sirida katod nurlar og`adigan tomon og`ishini ko`rsatdi. Shunday natijani eru-xotin Kyurilar, Meyyer, Shveydler va boshqalar ham oldilar. Rezerford 1902 yilda yozishicha, ushbu tajribalar "og`dirilayotgan nurlar har taraflama katod nurlariga o`xshash"ligini ko`rsatdi. Rezerford β- nurlar haqida ikkilanmasdan bu elektronlar deb aytadi. Aynan β- nurlar ustidan tajriba o`tkazgan V.Kaufman 1901 yilda massaning tezlikga bog`lanishini aniqladi.

1903 yil fevralida Rezerford ko`rsatdiki, "og`maydigan" α- nurlar ham aslida "kuchli magnit va elektr maydonlarda og`ar ekan. Bu nurlar katod nurlariga nisbatan qarama-qarshi tomon og`adilar, demak, ular katta tezlik bilan harakatlanayotgan musbat zaryadlangan zarrachalardan iborat bo`lishlari kerak".

1903 yilda o`zining "Radioaktiv moddalar tadqiqotlari haqida" doktorlik dissertasiyasida M.Sklodovskaya-Kyuri o`sha davrdan barcha darsliklarga kiritilgan radioaktiv nurlanishning magnit maydonda og`ishi bo`yicha tuzilish sxemasini beradi.

Poloniy va radiy kashf qilingandan so`ng tez kunda eru-xotin Kyurilar aniqlashdiki, "bu moddalar orqali nurlantirilayotgan nurlar faol bo`lmagan moddalarga ta`sir etib, ularga radioaktivlik bahishlash xususiyatiga ega va ushbu qabul qilingan radioaktivlik yetarlicha uzoq muddat saqlanib turar ekan".

Undan so`ng Rezerford toriy qorishmalarining radioaktivligini o`rgana turib, ushbu qorishmalar odatiy radioaktiv nurlardan tashqari, "bir necha minut mobaynida radioaktiv xususiyatlarini saqlab turuvchi qandaydir radioaktiv zarralarni uzluksiz nurlantiradilar" deb yozadi. Rezerford bu zarralarni "emanasiya" deb nomladi. "O`zining fotografik va elektr ta`sirlariga ko`ra emanasiya uranga o`xshab ketadi. U o`rab turuvchi gazni ionlashtirishi mumkin va fotoplastinkaga bir necha kun ekspozitsiyada qorong`uda ta`sir etadi". Rezerford toriy qorishmalari ustidan olib borgan tajribalaridan ularning "ularga yaqin joylashgan ixtiyoriy qattiq moddada vaqt o`tishi bilan yo`qoladigan

radioaktivlikni" qo`zg`otish xususiyatini, ya`ni, buni bir avval Kyuri kuzatgan hosil bo`lgan radioaktivlikni tasdiqladi. U shundan so`ng toriy emanasiyasi bilan qo`zg`atilgan radioaktivlik orasida kuchli bog`lanish mavjudligini ko`rsatdi. "Emanasiya ma`lum ma`noda radioktivlikni qo`zg`atilishiga bevosita sababchidir"di Rezerford. Rezerford uning ixtiyorida mavjud bo`lgan "unchalik sof bo`lmagan radiy" namunasida emanasiya nurlanishini topaolmadi. Ammo Dorn keyinchalik nisbatan sofroq bo`lgan radiyning namunasidan foydalanib, radiy ham toriy kabi xuddi shunday emanasiya nurlantirishga qodir ekanligini ko`rsatdi.

"Rezerford fikricha, radioaktiv jismning emanasiyasi ushbu jismdan chiqayotgan material, radioaktiv gazdan iboratdir" deb yozadi o`zining dissertasiyasida Sklodovskaya-Kyuri. 1902 yilda Rezerford va Soddi "Radioaktivlikning sababi va tabiati" birinchi maqolalari bilan chiqishdi. Toriy qorishmalarining emanasiyani nurlantiraolish xususiyatini tadqiq qilib, ular kimyoviy usullar yordamida toriy gidrooksididan "xususiy kimyoviy xossalariga va ajratiluvchi moddadan kamida 1000 marotaba yuqoriroq aktivlikga ega" faol komponentni ajratib olishadi.

1900 yilda urandan aktiv komponentani ajratib olib, uni *UX* deb nomlagan Kruksni misol qilib ko`rsatib, Rezerford va Soddilar o`zlari toriydan ajratib olishgan komponentni *ThX* deb nomladilar. Batafsil o`tkazilgan tadqiqotlar natijasida ular quyidagi xulosaga kelishadi: "Ixtiyoriy momentdagi toriyning radioaktivligi ikkita qarama-qarshi jarayonlarning mavjudligidir:

1)toriy qorishmasidan bir xil tezlikda yangi aktiv moddaning hosil bo`lishi;

2)vaqt o`tishi bilan aktiv moddaning nurlantirish xususiyati kamayishi.

Toriyning normal yoki doimiy radioaktivligi tengmuvozanatli holatdir, unda yangi faol modda hosil bo`lishi bilan radioaktivlikning o`sish tezligi hosil bo`lib o`tgan moddaning radioaktivligi zaiflashi tezligi bilan muvozanatlashadi".

Bundan asosiy xulosa kelib chiqadi, uni Rezerford va Soddilar quyidagicha ta`riflaydilar: "... radioaktivlik bir vaqtning o`zida kimyoviy o`zgarishlar bilan kechuvchi atom hodisasidir, uning natijasida moddaning yangi turlari paydo bo`ladi, bunda ushbu o`zgarishlar atom ichida sodir etilishi, radioaktiv elementlar esa spontan o`zgarishlarga duch kelishlari kerak".

Rezerford va Soddilarning birinchi maqolasi "Philosophical Magazine"ning sentyabrdagi sonida bosilib chiqdi. Noyabr sonida esa ikkinchi maqola paydo bo`ldi. Emanasion qobiliyatini o`lchashga doir tajribani bayon etib, Rezerford va Soddilar undan so`ng "Toriyning, shuningdek, radiyning ham radioaktivliklarida har biri alohida ko`rinishga ega faol moddaning uzluksiz paydo bo`lishi bilan kechuvchi o`ta murakkab o`zgarishlar sodir etilishini yaqqol ko`rsatib berish uchun yetarlicha ma`lumotlar keltirildi" deb yozadilar. Radiy va toriydan hosil bo`ladigan emanasiya inert gazdir. Olimlar parchalanishning extimol so`nggi mahsuli bo`lmish geliyning radioaktivlikga dahldorligiga e`tiborni qaratadilar.

1903 yil aprel va may oylarida Rezerford va Soddilarning "Radiy va toriy radioaktivliklarini nisbiy taqqoslash" va "Radioaktiv o`zgarishlar" nomli yangi ishlari paydo bo`ldi. Endi ular qat`iy ishonch bilan "radioaktiv o`zgarishlarining barcha o`rganilgan hollarida bitta moddadan ikkinchisi paydo bo`lishiga (agar nurlantirilayotgan nurlarni hisobga olmaganda) olib keladi. Agar bir necha

o`zgarishlar sodir etilayotgan bo`lsa, unda ular bir vaqtning o`zida emas, balki ketma-ket yuzaga keladilar" deb ta`kidlaydilar.

Undan so`ng Rezerford va Soddi radioktiv o`zgarishlarining qonunini ta`riflaydilar: "radioaktiv mahsulotlaridan bittasi ajratib olinib, uni hosil qilgan moddaning radioaktivligidan mustaqil ravishda o`rganilganda, barcha hollarda aniqlandiki, barcha tadqiqotlarda faollik vaqt bo`yicha geometrik progressiyasi qonuniyati bo`yicha kamayishini ko`rsatdi".

Bundan, "o`zgarishlarning tezligi har doim o`zgarishga to`qnash kelmagan sistemalar miqdoriga proporsionaldir" degan xulosa kelib chiqadi:

$$\frac{dN_t}{dt} = -\lambda N .$$

Boshqacharoq so`z bilan aytiladigan bo`lsa, "Vaqt birligida o`zgarilayotgan radioaktiv moddaning nisbiy miqdori doimiy kattalikdir". Bu doimiy λ Rezerford va Soddilar tomonidan radioaktiv doimiy deb nomlangandi, hozirda u parchalanish doimiysi deb ataladi.

O`zlarining kashfiyotidan Rezerford va Soddilar yangi radioaktiv elementlar mavjudligi haqida muhim xulosalar chiqarishadi, bu elementlarni, ular xatto juda kichik miqdorlarda bo`lsalar ham, radioaktivligidan tanilishi mumkin.

Rezerford va Soddilarning bashoratlari juda ajoyib tarzda isbotlandi, eru-xotin Kyurilar, Rezerford va Soddilar tomonidan yaratilgan radiokimyo usullari yangi elementlarni kashf qilishdagi qudratli vosita bo`ldi, bu usul yordamida yangi, 101-nchi element, mendeleeviyni atigi 17 ta atom miqdorida tanib olishga imkon berdi.

O`zining klassik ishida Rezerford va Soddilar radioaktiv o`zgarishlar energiyasiga doir fundamental masalaga ham xissa ko`chishgandi. Radiy nurlantirayotgan $\alpha$-zarralarning energiyasini hisob-kitob qilib, ular "radioaktiv o`zgarishlarning energiyasi ixtiyoriy molekulyar o`zgarishning energiyasidan kamida 20000 marotaba, balkim, extimol, million marotaba ham ortiqdir" degan xulosaga keladilar. Bunda energiya chamalashdagi ma`lumotlar faqat nurlanish energiyasiga taalluqlidir, radioaktiv o`zgarishning to`liq energiyasi esa, o`z navbatida, atom ichki energiyasining bir qismigina tashkil etishi mumkin, chunki hosil bo`ladigan mahsulotlarning ichki energiyasi noma`lum bo`lib qolayotgandi.

Rezerford va Soddilar "atomda yashiringan energiya oddiy kimyoviy o`zgarishlarda ozod etiladigan energiyasidan ko`p marotaba kattadir" deb hisoblaydilar. Ularning fikricha, ushbu ulkan energiya "kosmik fizika hodisalarini tushuntirishda" hisobga olinishi lozim. Xususan, Quyosh energiyasining doimiyligini "Quyoshda subatom o`zgarishlar jarayonlari ketishi" bilan izohlanishi mumkin.

1903 yillardayoq yadroviy energiyaning kosmik rolini oldindan ko`ra bilgan mualliflarning ziyrakligiga yana bir karra lol qolasan. 1903 yil Rezerford va Soddilar ichki atomli energiya deb nomlab, shunchalik qat`iylik bilan fikr bildirgan energiyaning ushbu yangi shakli kashf qilinishi yili bo`ldi.

Xuddi shu yili Parijda Pyer Kyuri o`zining xodimi Labord bilan birgalikda radiy tuzlari o`zidan-o`zi chiqarayotgan issiqlikni o`lchadi. U, "radiyning 1 grammi bir soat ichida taxminan 100 kichik kaloriya miqdorda issiqlik ajratishini"

aniqladi. "Issiqlikni bunday miqdorda uzluksiz ajralib chiqishini oddiy kimyoviy o`zgarishlar bilan tushuntirib bo`lmaydi. Agar issiqlik hosil bo`lishining sababini qandaydir ichki o`zgarishlarda axtariladigan bo`lsa, unda ushbu o`zgarishlar nisbatan murakkab tabiatga ega va radiy atomining qandaydir o`zgarishlari bilan hosil qilinayotgan bo`lishi kerak" deb yozadi Kyuri.

Ammo, Kyuri energiya ajralishining boshqacha qandaydir mexanizmi mavjudligini extimol deb hisoblagan. Mariya Sklodovskaya-Kyuri radioaktiv elementlar energiyani tashqi fazodan olishadi deb taxmin qilgan. Ushbu fazo "uzluksiz ravishda qandaydir, xali noma`lum bo`lgan radiasiyalar ich-ichidan o`tadi, ular radioaktiv jismlar bilan uchrashganda tutilib qoladilar va radioaktiv energiyaga aylanadilar". Lekin 1900 yilda kosmik nurlanish g`oyasi bilan go`zal bu bildirilgan fikr keyinchalik tashlab yuborildi va 1903 yilda Kyuri: "Eng yangi tadqiqotlar radiyning atomli o`zgarishlari gipotezasiga xayrihohlik bildirmoqda" deb tan oladi.

1903 yilni radioaktivlik tarixida qizil sana deb hisoblanishi mumkin. Ushbu yil radioaktivlik o`zgarishlar qonuni va energiyaning yangi turi - bu o`zgarishlarda hosil bo`ladigan atom energiyasining kashf qilinishi yilidir. Ushbu yil alohida atomlarni "ko`rishga imkon beruvchi" birinchi asbobning - Kruks spintariskopining yaratilishi yili bo`ldi. "Ushbu asbobning asosiy qismi - fosforlanib yog`dulanuvchi ruhdan yasalgan ekran oldida metall simi uchida mahkamlangan radiy tuzining donachasidir. Radiydan ekrangacha masofa juda kichik (taxminan ½ mm). Zarrabin (lupa) orqali radiyga o`girilgan ekranning tomoni kuzatiladi. Bu yerda ko`z yog`dulanayotgan nuqtalarning haqiqiy yomg`irini ko`radi, ular damba-dam chaqnaydilar va qayta yo`qoladilar; ekran yulduzli osmon ko`rinishiga ega" deb yozgandi Mariy Sklodovskaya Kyuri.

Ekranning har bir chaqnog`i unga α- zarraning urilishidan kelib chiqishi gipotezasini bilgirgan Kyuri "u holda bu yerda biz atom o`lchamlariga ega zarraning individual ta`sirini ajrataolishga imkon beruvchi hodisaga ilk bor guvoh bo`lib turibmiz" deb yozadi. Bu xuddi shunday bo`lib chiqdi.

Nihoyat, 1903 yil 25 iyunda Mariya Sklodovskaya-Kyuri o`zining doktorlik dissertasiyasini himoya qiladi (spintariskop bayoni aynan o`sha yerdan olingandi) va Fransiyada ushbu yuqori ilmiy darajani olgan birinchi ayoli bo`ladi. Bu yerda biz xususiy tarjimai hollar sohasiga kirib qoldik, bas, shunday ekan, radioaktiv parchalanish qonuni mualliflaridan biri - Frederik Soddi haqida qisqacha biografik ma`lumotni berib o`tamiz.

Frederik Soddi 1877 yil 2 sentyabrda tug`ilgan. 1896 yili u Oksforddagi universitetni tugatadi. Uning nomi tarixga 1900 - 1902 yillarda Rezerford bilan birgalikda Monrealda, Kanadada ishlab, u bilan birga radioaktiv o`zgarishlar nazariyasiga kelganidan boshlab yozilib qoldi. 1903 - 1904 yillarda Soddi London universitetida U.Ramzey bilan ishlagan va 1903 yilda Ramzey bilan birgalikda spektroskopik yo`l bilan radiy emanasiyasidan geliy hosil bo`lishini isbotlagan. 1904 yildan 1914 yilga qadar Soddi Glazgodagi universitetida professor bo`lgan. Bu yerda u Fayansdan mustaqil ravishda radioaktiv siljish qonunini kashf qiladi (1913 y.) va izotoplar tushunchasini kiritadi.

1914 yildan 1919 yilga qadar Soddi - Aberdin universitetining professori, 1919 yildan 1936 yilgacha u Oksford universiteti professori. 1921 yili Soddi kimyodan Nobel mukofotiga sazovor bo`ldi.

Uning qalamiga radioaktivlik va radiokimyoga doir bir qator kitoblar mansubdir, ularning ayrimlari, masalan, "Radiy va uning siri ochilishi", Materiya va energiya", "Radioelementlarning kimyosi", "Radiy va atom tuzilishi" rus tiliga o`girilgan.

Soddi 1956 yil 22 sentyabrda vafot etgan.

Soddi atom energiyaning birinchi adeptlaridan (tarafdor) bo`lgan edi. Rus tilga o`girmasi 1910 yilda chiqqan "Radiy va uning siri ochilishi" kitobida u quyidagi savolni o`rtaga tashlaydi: noradioaktiv elementlarda energiya zahirasi mavjudmi? Ushbu masalani u quyidagi ma`noda xal qiladi: "radiy munosabati bilan biz ilk bor tanishgan energiyaning ichki zahirasi katta yoki kichik darajada barcha elementlar, umuman olganda, egadirlar va bu narsa ulardagi ichki tuzilishining ajralmas xususiyatidir". Elementlarning transmutasiyasida (o`zgarishlarida) energiya ajralishi sodir etiladi.

Soddi atomning ichki energiyasini ajratib olish masalasida ulkan qiyinchiligini va u davrda bu narsani xal qilish uchun vositalar yetishmasligini yaqqol ko`raolgan, ammo fan tarixining tajribasi bu narsa kelajakda xal etilishiga ishonch bag`ishlaydi. "Biz shubha qilmasligimiz mumkinki, qachonlardir biz elementlarni hozirda kimyoviy birikmalarni parchalab yaratganimizdek parchalay oladigan va yarataoladigan bo`lamiz; unda dunyodagi pulñ yanada yangi kuch bilan urila boshlaydi, o`sha so`nggilari (kimyoviy usulda energiya ajratish), o`z navbatida, yovvoiynining tabiiy resurslaridan qanchalik yuqori darajada ziyod bo`lsa, u ham o`lchab bo`lmas darajada shunchalik kuchliroq uradi".

Eynshteyn tomonidan kvant nazariyasining rivojlantirilishi

Radioaktiv o`zgarishlarning kashf qilinishi va atomni ichki energiyasining ulkan zahirasi haqidagi tasavvurlar paydo bo`lishi fizikada boshlangan inqilobning muhim momentlaridan biri bo`ldi. Nisbiylik nazariyaning yuzaga kelishi, fazo, vaqt, massa, massa bilan energiya orasidagi o`zaro bog`lanishiga doir yangicha tasavvurlarning paydo bo`lishi ham xuddi shunday ahamiyatga ega bo`ldi. Bularga nisbatan ancha sezilarsiz va juda astalik bilan ta`sir etuvchi - bu Plankning energiya kvantlari haqidagi g`oyasi bo`ldi. Bu g`oyani yaratuvchisining o`zi, garchi Avogadro soni va elektron zaryadi kabi atom konstantalarini aniqlashda o`z formulasidan foydalansada, kvantlarga unchalik ishonqiramay qarardi hamda ularni qandaydir yo`l bilan yorug`likning elektromagnit nazariyasidagi tasavvurlari oqimiga kiritish mumkin deb hisoblardi.

Kvantlar g`oyasiga ilk bor nazar tashlab, uni 1905 yilda bosilgan "Yorug`lik paydo bo`lishi va o`zgarishiga doir bitta evristik nuqtai nazar haqida" maqolasida rivojlantirgan Albert Eynshteyn bo`ldi. Maqolaning eng boshida Eynshteyn yorug`lik strukturasiga doir fizikadagi tasavvurlarning qarama-qarshiligini ta`kidlaydi. "Maksvell nazariyasiga ko`ra barcha elektromagnit, binobarin yorug`lik hodisalarida ham energiyani fazoda uzluksiz taqsimlangan kattalik deb hisoblanmog`i lozimdir, salmoqli jismning energiyasi esa, zamonaviy fizikaviy

tasavvurlarga ko`ra, atom va elektronlar energiyalaridan to`planadi. Salmoqli jism energiyasi ixtiyoriy kichik bo`laklarning istalgan katta soniga taqsimlab bo`lmaydi, nuqtaviy ob`ekt tomonidan nurlantirilgan yorug`lik dastasining energiyasi esa, maksvellcha (yoki umuman ixtiyoriy to`lqinli) yorug`lik nazariyasiga binoan uzluksiz ortib borayotgan hajm bo`yicha taqsimlanadi" deb yozadi Eynshteyn.

Ammo Eynshteyn "uzluksiz fazoviy funksiyalar bilan ish ko`rayotgan yorug`lik nazariyasi uni yorug`lik paydo bo`lish va o`zgarish hodisalariga tadbiq etilganda tajriba bilan ziddiyatga kirishadi" deb taxmin qiladi. Eynshteyn fikricha, "qora nurlanish", fotolyuminessensiya, fotoeffekt va yorug`lik paydo bo`lish va o`zgarish hodisalariga bog`liq bo`lgan boshqa hodisalar "yorug`lik energiyasi fazoda diskret taqsimlanadi degan taxmini bilan yaxshiroq tushuntiriladi".

Ushbu maqolada uning qilgan taxminiga ko`ra "har bir nuqtadan chiqqan yorug`lik dastasining energiyasi tobora ortib borayotgan hajmda uzluksiz taqsimlanmaydi, balki fazoda lokallashgan yahlit yutiladigan yoki paydo bo`ladigan energiyaning bo`linmas kvantlarining chekli sonidan to`planadi".

Shunday qilib, Eynshteyn "yahlit yutiladigan yoki paydo bo`ladigan" bo`linmas yorug`lik zarralari haqidagi Nyutoncha tasavvurlarga qaytadi.

Ammo bu qaytish yangicha, yuqoriroq bosqichda sodir etildi, bunda optika to`lqinli tasavvurlarni puhta-pishiq o`zlashtirib olgandi va ulardan voz kechmoqchi emasdi, kechmoqchi bo`lganda ham kechaolmasdi. Fanning rivojlanishini spiral bo`ylab harakatlanishiga taqqoslasak, Eynshteyn nazariyasida spiral bo`ylab yangi o`ramni boshladi deb aytish mumkin.

Eynshteyn qora jism nurlanish nazariyasidagi bitta mushkulligini ko`rib chiqishdan boshlaydi. Agar elektromagnit ossillyatorlar bo`lmish jism molekulalari Maksvell - Bolsman klassik statistikasi qonunlariga bo`ysunsa, unda har bir bunday ossillyator o`rtacha olganda

$$\overline{E} = \frac{R}{N} T$$

energiyaga ega bo`ladi, bu yerda $R$ – Klapeyron doimiysi, $N$ – Avogadro soni. Teng muvozanatli nurlanish holatida bo`lgan ossillyatorning o`rtacha energiyasi bilan energiyaning hajmiy zichligi orasidagi Plank munosabatidan foydalangan holda

$$\overline{E}_\nu = \frac{L^3}{8\pi\nu^2} \rho_\nu ,$$

bu yerda $\overline{E}_\nu$ – chastota ν ga ega ossillyatorning o`rtacha energiyasi, $L$ – yorug`lik tezligi, ρ_ν – nurlanish energiyasining hajmiy zichligi, Eynshteyn quyidagi tenglikni yozadi:

$$\frac{R}{N} T = \frac{L^3}{8\pi\nu^2} \rho_\nu .$$

Bundan u energiyaning hajmiy zichligini topadi:

$$\rho_\nu = \frac{R}{N} \frac{8\pi\nu^2}{L^3} T .$$

"Dinamik tengmuvozanatlik sharti bajarilganda topilgan bu munosabat nafaqat tajribamizga zid keladi, balki bizning tasavvurimizdagi efir bilan modda

orasida energiyaning biror-bir qat`iy ko`rinishidagi taqsimoti haqida gap ham bo`lishi mumkin emasligini ta`kidlaydi" deb yozadi Eynshteyn. Haqiqatdan ham, nurlanishning jami energiyasi cheksiz bo`lib chiqadi:

$$\int_0^\infty \rho_\nu dV = \frac{R}{N}\frac{8\pi}{L^3}T\int_0^\infty \nu^2 dV = \infty .$$

Shunga o`xshash xulosaga xuddi o`sha, 1905 yili biri-biridan mustaqil ravishda Reley va Jinslar ham kelishgandi. Klassik statistika tajribaga keskin qarama-qarshi natijali nurlanish qonuniga olib keladi. Bu mushkullik "ultrabinafsha halokat" nomini oldi.

Eynshteyn ko`rsatadiki, Plank formulasi:

$$\rho_\nu = \frac{\alpha\nu^3}{e^{\frac{\beta\nu}{T}} - 1},$$

bu yerda $\alpha = 6\cdot 10^{-56}$, $\beta = 4{,}866\cdot 10^{-11}$, katta to`lqin uzunliklar va nurlanishning katta zichliklarida o`zi topgan formulaga o`tar ekan:

$$\rho_\nu = \frac{\alpha}{\beta}\nu^2 T,$$

agar faraz qilsak:

$$\frac{R}{N}\frac{8\pi}{L^3} = \frac{\alpha}{\beta},$$

bundan

$$N = \frac{\alpha}{\beta}\frac{8\pi R}{L^3} = 6{,}17\cdot 10^{23}.$$

Eynshteyn, Avogadro soni qiymati boshqa usul bilan topilgan qiymatiga mos kelganligini ta`kidlaydi. Undan so`ng $\frac{\nu}{T}$ ning katta qiymatlarida o`zini yaxshigina oqlagan Vin qonuni $\rho_\nu = \alpha\nu^3 e^{-\beta\frac{\nu}{T}}$ ga murojaat qilgan Eynshteyn nurlanish entropiyasi ifodasini qo`lga kiritadi:

$$S - S_0 = \frac{E}{\beta\nu}\ln\left(\frac{V}{V_0}\right).$$

"Ushbu tenglik yetarlicha kichik zichlikga ega monoxromatik nurlanishning entropiyasi ideal gaz entropiyasi yoki suyultirilgan eritmaning entropiyasi singari hajmga bog`liq bo`lar ekan".

Ushbu ifodani quyidagi ko`rinishda qayta yozib:

$$S - S_0 = \frac{R}{N}\ln\left[\left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{N}{R}\frac{E}{\beta\nu}}\right],$$

va uni Bolsman qonuni bilan taqqoslab:

$$S - S_0 = \frac{R}{N}\ln W,$$

Eynshteyn, hajm V_0 dagi nurlanish energiyasi hajm V ning bir qismida to`planish extimolligi ifodasini topadi:

$$W = \left(\frac{V}{V_0}\right)^{\frac{N}{R}\frac{E}{\beta\nu}}.$$

Eynshteyn ushbu formulani quyidagicha izohlaydi: "Kichik zichlikdagi (Vin qonuni qo`llanishi sohasi doirasida) monoxromatik nurlanish issiqlik nazariyasi ma`nosida biri-biridan mustaqil kattaligi $\frac{R\beta\nu}{N}$ energiya kvantlaridan tuzilgandek tutadi o`zini". qayd etib o`tamizki, β kattalik zamonaviy belgilanishlarida $\beta = \frac{h}{k}$ ga teng, bu yerda $k = \frac{R}{N}$, va, shunday qilib, kvant energiyasi $\frac{R\beta}{N}\nu = h\nu$ dir.

Eynshteyn o`zining nazariyasini lyuminessensiya hodisasiga tadbiq etadi va nafaqat Stoks qoidasiga, bunga binoan lyuminessensiya chastotasi $\nu_2$ uni qo`zg`atuvchi nurlanish chastotasi $\nu_1$ ($\nu_2 \le \nu_1$) dan kichik yoki unga teng bo`ladi, tushuntirish beribgina qolmay, balki uning chetlashishlarining extimol sabablarini ham ko`rsatadi.

Eynshteyn tomonidan fotoeffektni tushuntirilishi alohida muhim ahamiyatga egadir. Yorug`lik kvant energiyasi elektron tomonidan yutilib, unga $\frac{R}{N}\beta\nu - P$ kinetik energiyani bag`ishlaydi, bu yerda P – elektron chiqish ishidir. Yoritilgan sirtdan elektronning otilib chiqishiga to`sqinlik qiluvchi tutib turuvchi potensial Π mavjudligida quyidagi tenglik bajariladi:

$$\Pi = \frac{R}{N}\beta\nu - P.$$

To`lqinli nazariya uchun jumboq bo`lib kelayotgan fotoeffekt hodisasini sodda va bemalol tushuntirilishini bergan fotoeffektning mashhur nazariyasi ana shundaydir.

Eynshteyn o`zining maqolasida ko`rsatganidek, Lenard tomonidan 1902 yilda bajargan kuzatuvlar uning nazariyasiga mos kelardi. Haqiqatdan ham, fotoelektronlarning tezliklari yorug`lik nurlarining intensivligiga bog`liq bo`lmagan, ularning soni esa intensivligiga proporsional bo`lgan. Fotoelektronlar energiyasi chastotaga bog`lanishiga kelsak, u faqatgina 1912 yilda Richardson, Kompton tomonlaridan va 1916 yilda Milliken tomonidan tadqiq qilindi. So`nggi klassik eksperimentlar bilan birgalikda Milliken tomonidan elementar zaryadni o`lchashlariga doir ishlari Nobel mukofotiga sazovor bo`ldi.

Kvant g`oyasiga Eynshteynni qisqa to`lqinlar sohasida haqqoniy bo`lgan Vin qonuni olib keldi. Bir yil o`tgandan so`ng uning yozishicha, unga "Plankning nurlanish nazariyasi ma`lum ma`noda mening ishlarimga qarama-qarshi turgandek" tuyuladi. Ammo Plank qonunining batafsil tahlili Eynshteynni Plank formulasi kvantlar gipotezasiga asoslangan ekanligi xulosasiga olib keldi. Bu xulosa 1906 yildagi Eynshteynning "Yorug`lik paydo bo`lish va yutilish nazariyasiga doir" ishining mazmunini tashkil etadi. Bu yerda Eynshteyn Plank nazariyasi asosida quyidagi ta`kid yotishini ko`rsatadi: "Elementar rezonator energiyasi faqatgina $(R/N)\beta\nu$ kattalikga karrali bo`lgan butun sonli qiymatlarga ega bo`lishi mumkin, yutilish va nurlantirishda rezonator energiyasi sakrab

o`zgaradi, aniqrog`i, $(R/N)\beta\nu$ kattalikga karrali bo`lgan butun sonli qiymatlarga o`zgaradi".

Eynshteyn kvantlarni yorug`likning kvantli tabiati ayniqsa yaqqol namoyon bo`ladigan sohada, ya`ni, fotoeffekt hodisasida ko`raoldi. U uchun nurlanishning kvantli xarakteri spektrning faqatgina qisqa to`lqinli sohasida, Vin qonuni tadbiq etilishi mumkin bo`lgan sohadagina ravshan edi. Faqat bir yil o`tgandan so`nggina kvantlar Plank qonunining fundamentini tashkil etishini tushunib yetdi. Fanning tarixiy rivojlanishi injiqligi shundan ifodalandiki, kvantlar fizikada ko`rinishi hammadan ham qiyinroq bo`lgan yerda, ya`ni, qora nurlanish nazariyasida paydo bo`ldi. Eynshteyn kvant nazariyasiga tabiiy yo`l bilan borgandi va yorug`lik nazariyasiga kvantli tasavvurlarni kiritish zarurligini darhol tushundi. Uning uchun kvantlar gipotezasi vaqtincha deb hisoblayotgan Plank va boshqa fiziklarining shubhalari yo`q edi. U, yorug`lik paydo bo`lishi va yutilishi kvantli qonunlar orqali bayon etilishini yaqqol ko`raoldi.

1906 yildagi ishida Eynshteyn Volta kuchlanishi qatori bilan fotoeffektning chegaraviy chastotasi orasidagi miqdoriy munosabatlarni topadi. Bu munosabat quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$U = \frac{R}{A}\beta\nu,$$

va Voltlarda ifodalangan ikkita metallning kontaktli potensiallar ayirmasi uchun Eynshteyn quyidagi qiymatni topadi:

$$U_{12} = 4{,}2 \cdot 10^{15}(\nu_2 - \nu_1).$$

"Ushbu formulada quyidagi, har qalay, umuman olganda haqqoniy ta`kid mujassamdir: metall qanchalik elektrga moyil bo`lsa, fotoeffektni keltirib chiqaruvchi yorug`likning eng quyi chastotasi shunchalik past bo`ladi" deb yozadi Eynshteyn.

Keyingi, 1907 yilda Eynshteyn kvantlar g`oyasini issiqlik sig`imi nazariyasiga tadbiq etdi. qattiq jism issiqlik sig`imi nazariyasidagi energiyaning erkinlik bosqichlari bo`ylab tekis taqsimlanishi teoremasi Dyulon va Pti qonuniga olib keladi, uni Eynshteyn $c = 3Rn$ yoki $c = 5{,}94n$ ko`rinishida yozadi, bu yerda $n$ – molekuladagi atomlar soni. Ushbu formula issiqlik sig`imining haroratga bog`lanishini ham, uglerod (olmos), bor va kremniy uchun issiqlik sig`imlarining to`g`ri qiymatini ham bermaydi. Eynshteyn, qattiq jism molekulasi o`rtacha energiya

$$\vec{E} = \frac{3R}{N}\frac{\beta\nu}{e^{\frac{\beta\nu}{T}} - 1}$$

ga ega kvantli ossillyator bo`lishini taxmin qiladi va gramm-ekvivalentning solishtirma issiqlik sig`imi uchun ifodani topadi:

$$C = 5{,}94\sum \frac{e^{\frac{\beta\nu}{T}}\left(\frac{\beta\nu}{T}\right)^2}{(e^{\frac{\beta\nu}{T}} - 1)^2}.$$

Shunday qilib, issiqlik sig`imi haroratning funksiyasi bo`lib chiqdi. U Dyulong va Pti qonuniga faqatgina xonaki haroratda bo`ysunadi, absolyut nulga yaqinlashganda issiqlik sig`imi tushib ketadi.

Bu xulosa Nernst va uning shog`irdlari bajargan ishlaridagi tajribalar orqali tasdiqlandi, ularning natijasida Nernst termodinamikaning uchinchi asosi deb nomlangan o`zining issiqlik qonuniga keladi. Shu bilan birgalikda Eynshteynning ossillyator tebranishlari monoxromatikligi haqidagi asosiy taxmini xato ekanligi aniqlandi, va Eynshteynning o`zi, shuningdek, Debay, Born va Karman issiqlik sig`imi kvantli nazariyasiga aniqlik kiritishdi. Ammo Eynshteyn ishidagi elementar tuzilmaning energiyasi faqatgina 0, $\left(\frac{R}{N}\right)\beta\nu$, $2\left(\frac{R}{N}\right)\beta\nu$ va x.z. qiyimatlarini qabul qilaolishi, ya`ni, energiya kvantlanishi haqidagi asosiy holat buzilmasdan saqlanib qolindi. Kvantlar g`oyasi yangi sohalarga kengaytirishi xizmati, ya`ni, uning fizikadagi fundamental ahamiyatini ko`rsatilishi ham Eynshteynga taalluqlidir. Fiziklar tomonidan darhol qabul qilinmagan va tushunib yetilmagan fizikaviy dunyoqarashdagi ilmiy inqilobning ikkinchi muhim xususiyati ham ana shundadir.

V BOB. REZERFORD - BOR ATOMI

Borgacha mavjud bo`lgan atom modellari

Bir tomondan, radioaktiv nurlanish ustida olib borilgan tadqiqotlar, ikkinchi tomondan, kvant nazariyasining rivojlanishlari atomning Rezerford - Bor modeli yaratilishiga olib keldi. Biroq, ushbu model yaratilishidan oldin atom modelini klassik elektrodinamika va mexanika tasavvurlari asosida yaratilishiga urinishlar yuzaga keldi. 1904 yilda atom tuzilishiga doir risolalar paydo bo`ldi, ularning biri yaponiyalik fizik Xantaro Nagaoka (1865 - 1950) ga, ikkinchisi - ingliz fizik J.J.Tomsonlar qalamiga mansub edi.

Nagaoka Maksvellning Saturn halqalari barqarorligi haqidagi tadqiqotlaridan kelib chiqadi va atom tuzilishini quyosh tizimi tuzilishiga o`xshatadi: quyosh rolini bu yerda musbat zaryadlangan atomning markaziy qismi o`ynaydi, uning atrofida esa, belgilangan doirasimon orbitalar bo`ylab "sayyoralar", ya`ni, elektronlar harakatlanishadi. Biroz sezilar-sezilmas siljishlarida elektronlar elektromagnit to`lqinlarni qo`zg`atishadi, ularning davrlari, Nagaoki hisob-kitoblariga ko`ra, ayrim elementlarining spektral chiziqlari chastotalari tartibida ekan.

Tomson atomida musbat elektr sfera bo`ylab "chaplab tashlangan" bo`lib, unda pudingga (guruch va boshqa yormalardan tvorog na mevalar qo`shib tovada pishirilgan ovqat) ora-sira mayiz sochilgandek elektronlar joylashgan. Vodorodning eng sodda atomida elektron musbat zaryadlangan sfera markazida joylashgan bo`ladi. Markaziy holatidan siljishlarida elektronga elektrostatik tortishishning kvazielastik kuchi ta`sir etadi, bu ta`siri natijasida elektron tebranma harakatga kirishadi. Ushbu tebranishlarining chastotalari sferaning radiusi, elektronning zaryadi va massasiga bog`liq bo`ladi, va agarda sferaning radiusi atom radiusi tartibida bo`lsa, ushbu tebranishlarning chastotasi atom spektral chizig`ining tebranish chastotasiga mos tushadi. Ko`pelektronli atomlarda elektronlar Tomson tomonidan hisoblab chiqilgan barqaror konfigurasiyalar

bo`ylab joylashadilar. Tomson, har bir shunday konfigurasiya atomning kimyoviy xossalarini belgilab beradi, deb hisoblagan. U, D.I.Mendeleevning elementlar davriy jadvalini nazariy jihatdan tushuntirib berishga urinib ko`rdi. Keyinchalik bu urinishni Bor "mashhur" deb nomlaydi va bu urinishdan so`ng "atomdagi elektronlar guruhlarga bo`linishi g`oyasi nisbatan yangiroq nuqtai nazarlar kelib chiquvchi boshlang`ich punktiga aylandi" deb ko`rsatadi. Garchi Tomson nazariyasi keyinchalik tajribada qo`lga kiritgan faktlarga qarshi chiqsada, shunga qaramay, Bor, ushbu nazariya "ko`pgina original fikrlarga ega va atom nazariyaning rivojlanishiga katta ta`sir ko`rsatdi" deb hisoblaydi.

1905 yilda V.Vin Myunxenda bo`lib o`tgan nemis tabiatshunos va shifokorlarning yig`inida elektronlarga doir ma`ruzasi bilan chiqadi. Bunda u, xususan, elektron nazariyasi nuqtai nazaridan atomlarning chiziqli spektrlarini tushuntirishda yuzaga keladigan mushkulliklarini ko`rsatib o`tadi. U, "Har bir atomni sayyoralar sistemasiga o`xshatish, u musbat zaryadlangan markazdan iborat va uning atrofida sayyoralar kabi elektronlar aylanadi deb tushunmog`imiz hammasidan ham ko`ra osonroq bo`lardi. Ammo, bunday tizim elektronlar tomonidan nurlantirilayotgan energiyasi tufayli barqaror bo`laolmaydi. Shuning uchun biz, garchi bu tasavvur ancha shubhali ko`rinsada, elektronlar nisbatan tinch holatda yoki ular o`ta kichik tezliklariga egadirlar deguvchi tizimga murojaat qilishimizga majburmiz" deydi.

Ana shunday statistik modellaridan biri Kelvin - Tomson atomi edi. Va bunday model Vin ko`rsatgan sabablariga ko`ra hammaga ma`qul kelgan model edi.

Sayyoraviy ko`rinishga ega atom modeli tasavvuri ko`pchilikning fikriga kelgandi: u haqda A.Puankare yozgandi, bu haqda Vin ham, Nobel mukofotini olayotganda so`zlaydigan ma`ruzasida o`zini atomning planetar modeli kashshoflaridan deb hisoblagan Perren ham gapirishgan. Ammo ushbu model yuqorida Vin gapirib o`tgan kechib ketib bo`lmaydigan mushkullikga duch kelardi, shuning uchun uning o`rniga Kelâin - Tomson modeli ma`qulroq deb tan olindi.

Ammo tezda tajribalarda ochilgan yangi faktlar Tomson modelini inkor etishini, va aksincha, planetar modelini yoqlashi ayon bo`lib qoldi. Ushbu faktlar Rezerford tomonidan topilgandi.

Rezerford. Ernst Rezerford 1871 yil 30 avgustda novozelandiyalik fermer oilasida tug`ildi. O`sha paytlarda oilasi yashayotgan Xavelokdagi maktabni bitirgach, u o`qishini Nelñon kollejida davom ettirish uchun stipendiyani qo`lga kiritadi, u yerdagi o`qishga u 1887 yili kiradi. Ikki yildan so`ng u Kenterberiyalik kollejga, ya`ni, Kraychesterdagi Novozeland universiteti filialiga o`qishi uchun imtixonlarni topshiradi. Rezerford bu kollejni a`lo baholar bilan 1893 yili bitiradi va hamda fizika va matematikadan magistr darajasini oladi. O`sha davrlarda Rezerford elektromagnit to`lqinlarning magnitli ta`sirini o`rganishi bilan shug`ullana boshlaydi. 1894 yili "Yangi Zelandiya falsafiy instituti Xabarlari"da uning "Temirni yuqori chastotali razryadlar bilan magnitlash" deb nomlangan birinchi bosma ishi paydo bo`ladi. 1895 yili ilmiy ta`lim yo`nalishidagi stipendiya vakant bo`lib qoladi, ushbu stipendiyaga birinchi nomzod oilaviy sharoitiga ko`ra rad javobini beradi, ikkinchi nomzod etib esa, Rezerford ko`rsatilgandi. Angliyaga

yetib kelgan Rezerford Kembridjda, Kavendish laboratoriyasida ishlash uchun J.J.Tomsonning taklifini oladi. Ana shunday tarzda Rezerfordning ilmiy yo`li boshlandi.

Rezerford, magnitli detektor ustida ishini davom ettirgan holda gazlar elektro`tkazuvchanligiga doir Tomsonning tadqiqotlari bilan ham qiziqib qoladi. 1896 yilda Tomson va Rezerfordlarning hamkorlikdagi "Rentgen nurlari ta`siri o`tkazilgan gazlar orqali elektr o`tishi haqida" ishi paydo bo`ladi. 1897 yilda Rezerfordning "Elektr to`lqinlarining magnitli detektori va uning ayrim qo`llanishlari" yakuniy maqolasi bosilib chiqadi. Undan so`ng u to`liq kuchlarini gazdagi razryadlarini tadqiq qilishga tashlaydi. Xuddi o`sha, 1897 yili, uning "Rentgen nurlariga ta`siri o`tkazilgan gazlarning elektrlanishi va gazlar hamda bug`lar orqali rentgen nurlari yutilishi haqida" yangi maqolasi bosilib chiqadi.

Radioaktivlik kashf qilinishi Rezerfordning ilmiy yo`nalishini belgilab berdi. 1898 yilda u uran nurlanishi xususiyatlarini batafsil o`rganishga kirishadi. Uning natijasida "Uran nurlanishi va u tomonidan hosil qilingan elektro`tkazuvchanlik" deb nomlangan katta maqola paydo bo`ladi. U 1899 yilda bosilib chiqqandi, unda Rezerford Monrealdagi (Kanada) Mak-Gill universitetini nazariy fizika kafedrasi professori bo`lib olgandi, u yerga u 1898 yil sentyabrida kelgandi.

Monrealda Rezerford 1898 yildan 1907 yilgacha bo`ldi. Bu yerda u fundamental kashfiyotlar qildi: u tomonidan toriy emanasiyasi kashf qilingan va "induksiyalangan radioaktivlik" deb nomlanmish narsaning sirli tabiati ochilgandi; Soddi bilan birgalikda u radioaktiv parchalanish va uning qonunini ochadi. Bu yerda uning "Radioaktivlik" kitobi yozilgandi. Monrealda u -zarralar tabiatiga doir batafsil tadqiqotlar o`tkazadi, bu tadqiqotlar ularning tabiati to`liq ochilishi bilan Manchesterda tugaydi. Bu yerda, ya`ni, Monrealda, u, moddadan  -zarralar o`tishiga doir o`zining tadqiqotlarini boshlaydi.

Rezerford ishlarining Monrealdagi ulkan ko`lami (u tomonidan shaxsan va boshqa olimlar bilan hamkorlikda, "Radioaktivlik" kitobidan tashqari, 66 maqola yozilgandi) Rezerfordga birinchi darajali tadqiqotchi shuhratini keltirdi. U Manchesterdagi kafedrani egallash haqidagi taklifni oladi. 1907 yil 24 mayda Rezerford Yevropaga qaytadi. Uning hayotida yangi davr boshlandi.

Manchesterda Rezerford dunyoning turli mamlakatlaridan yosh olimlarni ishga jalb qilishga doir qaynoq faoliyatini boshlab yuboradi. Uning faol xodimlaridan biri elementar zarralar birinchi sanagichi, ya`ni, Geyger sanagichining yaratuvchisi nemis fizik Gans Geyger (1882 - 1945) edi. Manchesterda Rezerford bilan birga E.Marsden, K.Fayans, G.Mozli, G.Xeveshi va boshqa fizik va kimyogarlar ishlagandi.

1912 yilda Manchesterga Nils Bor tashrif buyuradi, keyinchalik u ushbu davr haqida hotirlaydi: "O`sha paytlari Rezerford atrofida uning fizik sifatida juda ajoyib iste`dodi va ilmiy jamoani tashkillashtirishning noyob qobiliyati bilan jalb qilingan dunyoning turli mamlakatlaridan kelgan yosh fiziklarning kattagina soni guruhlanardi".

Ana shu jamoatchilik ilmiy ijodi ruhida Rezerfordning yirik ilmiy muvaffaqiyatlari tug`ildi, ularning ichidan birinchi navbatda -zarralarning tabiati ochilishi va atomning yadroviy tuzilishi kashf qilinishini qayd etishimiz lozim.

Xuddi shu yerga Borning planetar atomning kvant nazariyasiga doir mashhur maqolalarini ham qo`shib qo`yishimiz darkor. Manchesterda kvant va yadroviy fizikaga asos solindi. 1908 yilda Rezerford kimyo bo`yicha Nobel mukofotiga sazovor bo`ldi.

Manchesterdagi Rezerford guruhining sermahsul ishi urush tufayli uzilib qoldi. Urush totuv jamoani turli, biri-biri bilan raqib bo`lgan davlatlarga uloqtirib tashladi. Rezerfordning o`zi harbiy tadqiqotlarga jalb qilingandi. Rentgen nurlarining spektroskopiyasida yirik kashfiyoti bilan o`zining nomini endigina shon-shuhratga burkagan Mozli o`ldirilgandi, Chedvik nemis asirlikda azob chekardi. Faqat urush tugagandan so`nggina Rezerford o`zining tadqiqotlarini, endi boshqa joyda, davom ettira oldi. 1919 yildan boshlab vafotiga qadar, ya`ni, 1937 yil 19 oktyabrga qadar Rezerford Kembridjdagi Kavendish laboratoriyasida direktor lavozimida ishlab keldi.

U bu ishini elementlarning sun`iy ravishda o`zgartirishga doir hammani hayratga soladigan kashfiyoti bilan boshladi. Ushbu kashfiyot yadroviy fizikani rivojlanishini haddan tashqari rag`batlantirdi. Rezerfordning o`zi tadqiqotlarining davomida massasi jihatidan vodorod yadrosiga teng neytral zarrachaning mavjudligini bashorat qilgandi. Bunday zarracha uning shog`irdi va xodimi Chedvik (1891 - 1974) tomonidan 1932 yilda topildi. Kembridjda F.Aston (1877 - 1945) tomonidan birinchi mass-spektrograf qurildi va izotoplar kashf qilindi. 1932 yilda Kembridjda Kokroft va Uiltonlar tomonidan yuqori kuchlanishli tezlatkich yordamida tezlatilgan protonlar bilan litiyni parchalash reaksiyasi amalga oshirildi.

Kembridj yana qayta dunyoning turli mamlakatlaridan tadqiqotchilarini to`plar va ko`pgina mamlakatlar uchun malakali fizik-olim kadrlarini tayyorlar edi.

Bu yerga Rezerfordning faol xodimi va do`stiga aylangan yosh fizik P.L.Kapitsa ham kelgandi, u keyinchalik o`zining vatanida birinchi darajali ilmiy institutni, ya`ni, hozirda S.I.Vavilov nomidagi fizika muammolari Institutini tashkil qiladi. Kapitsa faolligi tufayli 1971 yili buyuk olimning 100-yilligi nishonlandi. Rezerfordning ishlar to`plami bosilib chiqarildi, tantanali medal chiqarildi. 1971 yil avgust oyida Moskvada bo`lib o`tgan fan tarixiga doir XIII Xalqaro kongressda Rezerford yubileyiga bag`ishlangan maxsus majlis tashkil etildi, unda Angliya, Kanada va AqShdan kelgan Rezerford shog`irdlari hotiralari bilan chiqishdi. Majlis P.L.Kapitsa raisligida bo`lib o`tdi, u har bir ma`ruzachiga Rezerfordning hotirasiga chiqarilgan medalni va uning ishlarining rus tilidagi bir jildini taqdim etdi.

Atom yadrosining kashf qilinishi

Rezerfordning fundamental kashfiyotlaridan biri - atom yadrosi va atomning planetar modeli kashfiyotlarini batafsilroq ko`rib chiqaylik. Atomni sayyoraviy tizimga o`xshatishlari XX asr boshlaridayoq qilinayotganini biz ko`rgandik. Ammo bu modelni elektrodinamika qonunlari bilan muvofiqlashtirishda qiyinchiliklar yuzaga kelganligi sababli bir chekkaga surib qo`yildi va uning o`rnini Tomson modeli egalladi. Lekin 1904 yilda boshlangan tadqiqotlar planetar modelning pozitsiyalari mustahkamlanishiga olib kelindi. Avstraliyada Vilyam Bregg (1862 - 1942) $\alpha$-zarraning moddadan o`tishini o`rganaturib, zarra moddadan

o`tayotganda sochilmasligini, balki yutilishini, yutilishigacha esa yo`lning qandaydir to`g`ri chiziqli qismini, ya`ni, to`qnashuvsiz bosib o`tadigan yo`lning uzunligini bosib o`tishini topadi.

Manchesterda Rezerford tomonidan oldiga qo`yilgan mavzularidan biri - bu α- zarralarning sochilishi edi. Bu mavzu hal qilinishi uchun Geyger va Marsden (1889 - 1970) larga topshirilgandi.

Bu tadqiqotchilar qo`llagan usullari quyidagidan iborat edi: manbadan nurlantirilayotgan $\alpha$-zarralar tirqish orqali diafragmalashtirilgan va ruh sulôididan tayyorlangan ekranga tushgan, unda ingichka tasma ko`rinishidagi tirqishning tasviri hosil bo`lgan. Shundan so`ng tirqish bilan ekran orasiga yupka metall plastinka joylashtirilgan, tirqish tasviri yoyilib ketgan, bu esa plastinka moddasi tomonidan α-zarralarning sochilishini (yoyilishini) ko`rsatgan. Sochilish burchagini tadqiq qilgan Geyger ushbu sochilishning eng extimol burchagi atom salmog`iga proporsional va zarralar tezligi kubiga teskari proporsional ekanligini aniqladi.

Ammo eng hayron qoldiradigan fakt - bu Geyger va Marsdenlar tomonidan 1909 yilda ochilgan fakti, ya`ni, sochilishning katta burchaklari mavjudligi bo`ldi. α-zarralarning qandaydir, uncha katta bo`lmagan qismi (taxminan $^1/_{8000}$) to`g`ri burchakdan katta bo`lgan burchakka sochilishi, ya`ni, urilib, manbaga qarshi qaytishi aniqlandi. Yupqa plastinka katta tezlik bilan uchib kelayotgan zarralarni qaytarib yuborardi. Xuddi shu, 1909 yilda Rezerford va Royds inkor etib bo`lmaydigan darajada α- zarralar ikki karra ionlashgan geliy atomlari ekanligini isbotladilar. Bunday og`ir tez harakatlanayotgan zarralar uchun to`g`ri burchakdan kattaroq burchakka sochilishi ancha ishonarsiz bo`lib tuyulardi. Rezerford aytishicha, bu hodisa o`q papiros qog`ozidan urilib qaytganidek ishonarsiz edi.

Anomal sochilishning extimol tushuntirishlaridan biri shundan iborat ediki, u, sochuvchi moddaning atomlari tufayli sodir etiladigan ko`pgina kichik burchakli chetlashishlaridan tashkil etiladi, degan tushuncha mavjud edi.

Tomson modelidan kelib chiqqan holda Rezerford hisob-kitoblar o`tkazadi, ularning natijalariga ko`ra, zarraning xatto juda ko`p sonli to`qnashishlarida ham bunday katta chetlashishlar kelib chiqishi mumkin emasligi ayon bo`ldi. Va mana shunda Rezerford planetar modelga murojaat qildi.

α- zarra zaryadlangan yadro tevaragidan o`tayotganida, yadro zaryadi va $\alpha$-zarraning zaryadiga proporsional hamda ular orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsional Kulon kuchlari ta`siri ostida bu zarra giperbola bo`ylab harakatlanadi va uning shohi bo`ylab yadro yonidan uzoqlashib ketadi. Shunday qilib, uning to`g`ri chiziqli yo`li egrilanadi va u sochilish burchagi $\Phi$ ga og`adi.

1911 yil 7 martda Rezerford Manchesterdagi faylasuflar jamiyatida "α- va β-nurlarning sochilishi va atom tuzilishi" nomidagi ma`ruzasini qiladi. Ma`ruzasida u, shu jumladan, shunday aytgandi: "Zaryadlangan zarralarning sochilishini, agar atomni teng kattalikga ega qarama-qarshi ishorali elektr bilan o`ralgan bir jinsli sferik taqsimotli nuqtada to`plangan markaziy elektr zaryad deb taxmin qilinganda, tushuntirilishi mumkin. Atomning bunday tuzilishida atom

markazi yaqinidan o`tayotgan $\alpha$- va $\beta$-zarralar, garchi bunday chetlashishlarning extimolligi kichik bo`lsada, katta chetlashishlarga duch keladilar".

Rezerford bunday chetlashishning extimolligini hisoblab chiqadi va u sochuvchi materialning birligidagi atomlar soni n ga, sochuvchi plastinka qalinligiga va quyidagi formula orqali ifodalanuvchi b^2 kattaliklarga proporsional ekanligini ko`rsatadi:

$$b^2 = \frac{2NeE}{mu^2},$$

bu yerda Ne – atom markazidagi zaryad, E – og`dirilayotgan zarraning zaryadi, $m$ – uning massasi, $u$ – uning tezligi. Undan tashqari, bu extimollik sochilish burchagi $\Phi$ ga ham bog`liq, bunda birlik yuzaga mos keluvchi sochilgan zarralarning soni $\cos ec^4 \frac{\Phi}{2}$ ga proporsionaldir. Ushbu "kosekans qonuni" Geyger tomonidan eksperimental tekshirib ko`rildi va eksperimental xatoliklar darajasida haqqoniy deb topildi.

Rezerford nazariyasidan kelib chiqqan muhim xulosasi atom markazining zaryadiga ishora bo`ldi, uni Rezerford $\pm Ne$ ga teng deb oldi. Zaryad atom salmog`iga proporsional bo`lib chiqdi. "Markaziy yadrodagi zaryadning aniq qiymati aniqlanmadi, ammo oltin atomi uchun u taxminan zaryadning 100 birliklariga tengdir" deb yozgandi Rezerford.

1913 yilda Geyger va Marsdenlar Rezerford formulasini zarralar sochilishini ular hosil qiladigan ssintillyasion chaqnoqlarni sanash orqali qayta eksperimental tekshiruvdan o`tkazishga urinib ko`rishadi. "Bu juda qiyin, katta diqqatni talab etiladigan ish edi, chunki juda ko`p ming zarralarni sanash lozim bo`lardi. Geyger va Marsdenlarning natijalari nazariyaga ancha mos kelardi" deb tasniflaydi Rezerford o`zining xodimlarini. Ushbu toliqtiradigan va katta e`tiborni talab etadigan tadqiqotlardan yadro atomning deyarli barcha massasini eltuvchi va musbat zaryadga ega (Rezerford 1913 yilga qadar zaryad ishorasi noaniq deb hisoblab kelgan) atomning barqaror qismi hahidagi tasavvur paydo bo`ldi. Bunda elementar zaryadlar soni atom salmog`iga proporsional bo`lib chiqdi.

Yadro zaryadi atomning eng muhim xarakteristikasi bo`lib chiqdi. Bor hotirlashicha, 1912 - 1913 yillarda "butun manchesterlik guruhining qiziqish markazida atom yadro kashf qilinishidan yuzaga kelgan ko`p sonli oqibat-natijalarining tadqiqotlari yotardi". Undan so`ng u yozgandi: "Avval boshidan, butun atom tuzilishiga nisbatan yadroning massasi kattaligi va uning fazodagi kichik ko`lamligi tufayli elektron sistemaning tuzilishi faqatgina deyarli yadroning to`liq zaryadiga bog`liq bo`lishi ravshan edi. Bunday mulohazalar darhol har bir elementning fizikaviy va kimyoviy xossalari bitta yahlit son bilan aniqlanishi mumkin degan fikrga olib kelardi...".

1913 yilda Van den Bruk yadro zaryadi Mendeleev jadvalidagi elementning tartib raqami bilan mos tushishligini ko`rsatdi. Xuddi shu 1913 yilda F.Soddi va K.Fayanslar Soddi - Fayans siljish qonuniga kelishadi, unga binoan, α-parchalanishda radioaktiv mahsulot Mendeleev jadvalida ikkita tartib raqamga yuqoriga, β- parchalanishda esa - bitta raqamga pastga siljiydi. Element tartib raqami yadro zaryadi nuqtai nazaridan tasavvur etilsa, bu qonun jo`ngina izohga

ega bo`ladi. Xuddi shu davrlarda Soddi izotoplar - bu aynan bitta elementning turi, ammo atom yadrolari bir xil zaryadga ega bo`lgani bilan massalari turli bo`lishligi haqidagi tasavvurga keladi.

Aytib o`tish joizki, bunday interpretasiya Soddi va Fayanslar siljish qonunlarini empirik tarzda chiqarishlaridan avvalroq Borning fikriga ham kelgandi. Ushbu modelning sermahsul ahamiyatini Bor Manchesterdaligida yaxshigina his etgan va bu modelni atomning dastlabki kvant modeliga asos qilib olgandi. Voqealarga boy 1913 yilda Borning "Atom va molekulalar tuzilishiga doir" uchta mashhur maqolasi bosilib chiqdi, ular atom kvant mexanikasiga yo`l ochib berishdi.

Bor. Nils Bor 1885 yil 7 oktyabrda Kopengagen universiteti fiziologiya kafedrasi professori Xristian Bor oilasida tug`ildi. 1903 yilda Bor Kopengagen universitetiga o`qishga kiradi. Talabalik yillaridayoq Bor sirtiy taranglikga doir konkurs (tanlov) ishini bajaradi. Ish Daniya fanlar Akademiyasi ta`sis etgan oltin medaliga sazovor bo`ladi. 1909 yilda, Bor universitetni bitirganiga ikki yil o`tgandan so`ng ushbu "Suvning sirtiy tarangligi koeffitsiyentini oqim tebranishi usulida aniqlash" ishi Londonlik qirollik jamiyati ilmiy ishlar to`plamida bosilib chiqadi.

1911 yil bahorida Borning "Metallning elektron nazariyasi tahlili" mavzusidagi doktorlik dissertasiyasi himoyasi bo`lib o`tadi, xuddi shu yilning sentyabr oyida Bor Kembridjga tajriba oshirish uchun J.J.Tomson oldiga keladi. Bu vaqtlarda J.J.Tomson musbat zaryadli nurlar tahlili bilan shug`ullanardi. U aniq tahlil usulini, ya`ni, parabolalar usulini qayta ishlab chiqqandi, uning yordamida u ilk bor neonda ikki xil ko`rinishdagi atomlar: atom salmoqlari 20 va 22 bo`lgan atomlarni aniqlagandi. Urushdan keyin shunday turdagi tadqiqotlarni davom ettirgan Tomsonning shog`irdi Aston ko`pgina barqaror elementlarning izotoplarini kashf qildi. Tomson o`zi o`tkazgan tadqiqotlari natijalari 1913 yilda bosilib chiqqan uning "Musbat zaryadli elektrning nurlari va ulardan kimyoviy tahlilda foydalanish" monografiyasida umumlashtirilgan edi. Tomson Borga ham musbat nurlar bilan tajriba o`tkazishni tavsiya qiladi. Bor vakuum qurilmani yig`adi, ammo ish shu bilan siljimay qoladi, oqibatda u o`zining doktorlik dissertasiyasini bosmaga chiqarishga kirishib ketadi. Tomson Borning ishiga loqaydlik bilan qaraydi va o`qib chiqmaydi ham.

Xuddi shu, Bor Kembridjga kelgan 1911 yili Tomsonning xodimi Charlz Tomas Ris Vilson (1869 - 1959) hozirda "Vilson kamerasi" nomi ostida mashhur bo`lib ketgan ajoyib asbobni yaratadi. Ushbu asbob zaryadlangan zarrani u qoldiradigan xira izidan ko`rishga imkon berardi. Kembridjga har yili o`tkaziladigan va an`anaga aylanib qolgan tushlikga kelgan Rezerford o`zining ma`ruzasida Vilson kamerasi va unda olingan dastlabki natijalari haqida shavq-zavq bilan fikrini bildiradi. Bor Rezerfordni ilk bor ushbu tushlikda uchratgan va u haqda quyidagicha hotirlaydi: "Rezerfordda, o`zi ma`ruzasida ta`kidlab o`tganidek, uni eng qoyil qoldirgan narsasi - bu Vilson (ular u vaqtlarda Kavendish laboratoriyasida qalin do`st edilar) borgan sari takomillashtirilayotgan apparatlarida tumanni hosil qilishga doir sabot va qat`iyatlik bilan tadqiqot olib borishi bo`ldi". Yadroning buyuk tadqiqotchisi Vilson kamerasi yadroviy

jarayonlarni o`rganishda ochib beruvchi imkoniyatlarini yaqqol ko`raolgan. Keyinchalik xuddi o`sha Kembridjda Rezerfordning shog`irdi va xodimi Blekket (1897 - 1974) azot yadrosini α-zarra tomonidan parchalanishini, ya`ni, Rezerford birinchi bo`lib kashf qilgan yadroviy reaksiyaning vilñoncha tasvirini olishga muvaffaq bo`ldi.

Rezerford bilan uchrashuvi Borda ulkan tasavvurni qoldirdi. Tez orada u o`zining shahsiy ishlari bilan Manchesterga borib qoladi, va u yerda Rezerford bilan uchrashish va u bilan suhbatlashish bahtiga miyassar bo`ladi. "Suhbat chog`ida Rezerford haqiqiy zavq-shavq bilan fizikaning ko`pgina yangi rivojlanish perspektivalari haqida gapirgan edi, 1912 yilning ertangi bahorida Kembridjdagi, men u yerda atomning elektron tuzilishiga doir J.J.Tomsonning original g`oyalari bilan juda qiziqib qolgandim, mashg`ulotlarimni tugatganimdan so`ng uning laboratoriyasida ishlayotgan guruhga men ham qo`shilishim haqidagi iltimosimga iltifot bilan rozilik bildirdi".

1912 yil aprelida Bor Manchesterga keladi. Tarixning marhamatini qarangki, atomning kvant modeli yaratuvchisini avval atomning dastlabki modeli muallifi bilan, undan so`ng planetar modeli muallifi bilan uchrashtirib, ana shu modeli asosida Rezerford - Bor atomi nazariyasini yaratishini ta`minlaydi. Ushbu nazariyaning asoslari mujassamlashgan Borning mashhur maqolasi Rezerford va Tomsonlarning modellariga ishorasi bilan boshlanar va ularning xususiyatlari va farqlari muhokamasi bilan davom etardi. Bor maqolasini Rezerfordga yuboradi. Rezerford Bor g`oyalarining inqilobiy kuchini darhol payqaydi va Bor nazariyasining eng fundamental punktlariga doir tanqidiy mulohazalarini bildiradi. Bor maqolasining qayta ishlangan nushasi bilan Manchesterga borishga va u yerda Rezerford bilan kelishib olishga majbur bo`ladi. Uzoq davom etgan bahs-munozaralardan so`ng Borning bu va undan keyingi ikkita maqolalari bosilib chiqadi. Ammo Rezerfordning e`tirozlariga yakuniy javob faqat kvant mexanikaning yaratilishi bilan qaytarildi, va umuman olganda, Bor umrining ohirigacha boshlanishi 1913 yildagi maqolasi bilan asos solingan g`oyalariga aniqlik kiritib va rivojlantirib, mikroolam fizikasining nazariy asoslarini qayta ishlab keldi.

Rezerford va Bor orasidagi hamkorlik uzoq davom etuvchi va yaqin bo`lishi kutilardi. 1914 yil may oyida Rezerford Borga Manchesterdagi bo`sh bo`lib qolgan joyni egallashi uchun taklif yuboradi. Bor jonu-dili bilan ushbu taklifni qabul qiladi va Rezerfordga ariza yuboradi. Manchesterdagi Borning ishi birinchi jahon urushining og`ir sharoitlarida boshlandi. Rezerford bir qator xodimlari bilan Avstraliyada bo`lgandi va u yerdan harbiy harakatlar ayni qizigan paytda qaytdi. Mozli harbiyga chaqirilib, haloq bo`lgandi. U Rentgen spektrlari sohasida ajoyib kashfiyot qilishga va xarakteristik nurlanish chiziqlari chastotalari bilan elementning tartib raqami orasidagi bog`lanishni topishga muvaffaq bo`lgandi. 1913 yil dekabrida maqola bosilib chiqqan, unda u quyidagicha yozgandi: "Olingan natijalar atom tuzilishini o`rganishga doir katta ahamiyatga ega bo`lib, Rezerford va Borning nuqtai nazarlarini to`laligicha tasdiqlaydi".

Genri Mozli 1887 yil 23 noyabrda tug`ilgan, 1915 yil 10 avgustda vafot etgan. "1915 yildagi Gallipol operasiyasi (harbiy harakat) davomida Mozli bevaqt

haloq bo`lganligi haqidagi fojeali xabar barcha bizlarni dahshatli larzaga soldi; uning o`limini dunyoning barcha fiziklari chuqur qayg`u bilan kutib oldilar" deb yozadi Bor Rezerford haqidagi hotiralarida. Borning o`zi Manchesterni 1916 yilda tark etadi va Kopengagen universitetining nazariy fizika professori lavozimini egallaydi.

Harbiy davrning barcha qiyinchiliklariga qaramay, Bor o`zining nazariyasini yaratishda davom ettirdi. 1915 yilda u "Vodorodning serial spektri va atom tuzilishi haqida" va "Vodorod va geliy spektrlari", "Atom tuzilishidagi nurlanishning kvant nazariyasi haqida" maqolalarini e`lon qiladi. U 1912 yil avgustda Manchesterda bajargan o`zining tadqiqotlarini rivojlantiradi va ularni "Zaryadlangan zarralarning moddadan o`tishdagi tormozlanishi nazariyasi" nomi ostida bosmadan chiqaradi. Uch yildan so`ng, bu ish ham Manchesterda bajarilgandi, u "Tez harakatlanayotgan zaryadlangan zarralarning moddadan o`tishdagi tormozlanishi" maqolasini tugatib, bosmadan chiqaradi.

1915 yilning dekabrida va 1916 yilning yanvarida Arnold Zommerfeld (1868 - 1951) elektronning elliptik orbitalar bo`ylab harakatini ko`rib chiqib va Borning kvantlash qoidalarini umumlashtirib, Bor nazariyasini rivojlantiradi. Shuningdek, Zommerfeld spektral chiziqlarning nozik tuzilmasi nazariyasini massani tezlikga bog`langan holda relyativistik o`zgarishini kiritgan holda rivojlantirdi. Uning hisob-kitoblariga nozik tuzilmaning o`lchamsiz universal doimiysi ham kiritildi:

$$\alpha = \frac{2\pi c^2}{hc} \approx \frac{1}{137}.$$

Bor Zommerfeläning maqolasini 1916 yil mart oyida Manchesterda oldi va katta zavq-shavq bilan unga javob berdi. U, "Zommerfeläning ishi juda katta darajada kvant nazariyasining zamonaviy tasavvurini o`zgartirib yubordi" deb yozadi. Zommerfelä kashfiyotidan so`ng atom nazariyasi Bor - Zommerfelä nazariyasi deb nomlana boshladi.

Kopengagenga qaytgandan so`ng Bor adiabatik invariantlar nazariyasini o`z ichiga olgan Erenfest maqolasi solingan paketni topib oladi. Ushbu nazariya kvantlanuvchi kattaliklarining mezonini berardi va kvantlash qoidalarini qo`llashda yagona boshqaruvchi qo`llanma edi, u Bor maqolasidan kelib chiqadigan ko`pgina xulosalarni oldindan mujassamlashtirgandi.

1916 yilga kelib Bor nazariyasi ko`pgina fiziklar tomonidan kayta ishlana boshlandi. Zeeman effektining kvant nazariyasi va 1913 yilda Shtark (1874 - 1957) tomonidan kashf qilingan elektr maydonning spektrlarga ta`siri effekti yaratilgandi. "Bizning ishimiz sohasi Erenfest maqolasi olingandan so`ng kam sonli aholidan iborat mamlakatdan mumkin bo`lmagan darajada to`lib-toshib ketgan davlatga aylandi" deb yozadi Bor Rezerfordga.

O`zining g`oyalarini rivojlantirishda davom ettirayotgan Bor moslik tamoyilini shakllantiradi (1918), bu esa Rezerford qo`ygan savollariga javob qaytarishning yana bir qadami bo`ldi. O`ta muhimi shundaki, Bor ishlari tufayli Kopengagen nazariy fizikaning markaziga aylanib borayozdi. Borga yosh fizik, keyinchalik uning assistentiga aylangan Gendrik Anton Kramers (1894 - 1952) qo`shildi. Bor nazariy fizika institutini tashkil qildi va bu ishida uni serg`ayrat

Rezerford qo`llab-quvvatlab turdi. 1920 yil kuzida institut binosi bitay deb qolganda Kopengagenga unga Kopengagen universiteti fahriy darajani tortiq qilgan Rezerford keladi. Rezerfordning qo`llab-quvvatlashi Bor uchun ulkan ahamiyatga ega edi, va u buni o`zining "Rezerford hotirasiga" maqolasida eslaydi. Bor institutida radiomexanik Georg Xeveshi (1885 - 1966) ishlagan, u 1922 yilda Bor g`oyalariga tayangan holda Koster (1889 - 1950) bilan birgalikda yangi elementni - gafniyni kashf qiladi. 1922 yilda institut nazariyotchilari guruhiga kelajakdagi kvant mexanikasining asoschilari bo`lmish Pauli va Geyzenberglar qo`shiladi.

1922 yilda Bor fizikadan Nobel mukofotiga sazovor bo`ladi. 1922 yil 11 dekabrida Stokgolmda Nobel mukofotini olishda o`qigan ma`ruzasida u shu vaqtga qadar mavjud bo`lgan atom nazariyasining holatini tasvirlab beradi. Nazariyaning eng muhim muvaffaqiyatlaridan biri - elementlarining davriy tizimiga kalit topilishi bo`ldi, u atom yadrolarini o`rab turgan elektronli qobug`i mavjudligi bilan tushuntirilardi. Borning ulkan fizikaviy ichki xissiyoti xali Pauli tamoyilini va elektron spinini bilmay turib, davriy sistema tuzilishini tasavvurlashga to`g`ri yo`l topdi, noyob elementlarni sinflashtirishda kimyogarlarning xatosini tuzataoldi va yangi element mavjudligini bashorat etaoldi, u element keyinchalik Koster va Xeveshi tomonidan kashf qilindi va unga gafniy deb nom qo`yildi.

1925 yilda Geyzenberg ishi orqali kvant mexanikasi yaratilishi boshlandi. Xuddi shu yili Erenfest qo`lida ishlayotgan Ulenbek va Gaudsmitlar elektronning spinini kashf qilishadi, Pauli esa, hozirda uning nomini olgan tamoyilni ochadi. O`sha davrdan boshlab Borning fikrlari kvant mexanikasi muammolariga qaratildi, ularni u o`zining yosh hamkasabalari bilan qizg`in muhokama qilardi. 1927 yilda Geyzenberg tomonidan noaniqlik tamoyili ochilgandan so`ng Bor kvant nazariyasining asosiy nazariy g`oyasi sifatida to`ldiruvchilar tamoyilini kiritadi.

1927 yil sentyabr oyida Volta vafotiga yuz yillik munosabati bilan uning vatanida, ya`ni, Italiyada, Komo ko`li qirg`oqlarida fiziklarning Halqaro kongressi bo`lib o`tdi. Ushbu kongressda Bor "Kvant postulati va atom nazariyasining eng yangi rivojlanishi" ma`ruzasi bilan chiqdi, bu bilan kvant nazariyasiga "kopengagencha" deb nomlanmish izohlanish berilgandi.

Sentyabrda Bryusselda "Elektronlar va fotonlar" mavzusidagi Solve kongressi bo`lib o`tdi. Kongressda Bor bilan kopengagencha izohlanishga qarshi bo`lgan Eynshteyn o`rtalarida shu masalasiga doir munozara boshlanib ketdi. Tortishuvlar yangi kuch-quvvat bilan 1930 yilda bo`lib o`tgan Solve kongressida ham davom etdi. Bu munozaralarda Erenfest ham ishtiroq etgandi. Undan so`ng 1935 yilda bahs-munozaralar nashrlarda ham davom etib keldi. Eynshteyn vafotiga qadar kopengagencha nuqtai nazarga qarshi bo`lib kelgan bo`lsa, Bor vafotiga qadar o`zining konsepsiyasini rivojlantirishda, unga aniqliklar kiritishda davom etib keldi.

1936 yilda Bor "Neytron tutilishi va yadro tuzilishi" maqolasi bilan chiqadi, unda yadroning tomchisifat modeli hamda yadro tomonidan neytronning tutilishi mexanizmi taklif qilingandi. Yadroviy fizikaga 1937 yildagi "Material zarralar bilan to`qnashishda sodir etiladigan atom yadrolarining o`zgarishlari haqida" ishi ham bag`ishlangandi. qizig`i shundaki, tomchisimon modelidan kelib chiquvchi

yadroning bo`linishini Bor ham, boshqa hech kim ham bashorat qilib beraolmagan. Fermi tomonidan 1934 yilda o`tkazilgan tajribalarning izohlanishi cho`zilib ketdi va faqatgina 1938 yil ohirida - 1939 yillarda Gan va Shtrassmanlar o`tkazilgan tajribalaridan so`ng uran bo`linishi kashf qilingandi. Bor hozirjavoblik bilan ushbu kashfiyotga bir qator ishlarini, shu jumladan, J.A.Uiller bilan hamkorlikda bajargan "Yadrolarning bo`linish mexanizmi" ishini bag`ishladi.

1939 yilda ikkinchi jahon urushi boshlanib qoldi, 1940 yilda esa Daniya gitlerchilar tomonidan ishg`ol qilindi. Bu vaqtga kelib bo`linishning zanjirli reaksiyasini amalga oshirishga doir ishlari boshlab yuborilgandi. 1942 yilda AQShda Fermi boshchiligida birinchi atom reaktori qurildi. Atom bombani yaratishga doir ishlar keng ko`lamli tusga kirdi. Gitlerchilar tomonidan bosib olingan Daniyada Borning yashab turishi xavfli bo`lib qoldi. 1943 yil kuzida Bor Shvesiyaga ketadi, 1943 yil 6 oktyabrda uni samolyotda Angliyaga olib ketishadi. Undan so`ng Bor AqShga ketadi va u yerda Nikolas Beyker nomi ostida yashab, atom bombasi loyihasini tayyorlash ishida ishtiroq etadi.

Urush tugagandan so`ng 1945 yil avgustida Bor Daniyaga qaytib keladi. Dunyo Xirosima va Nagasakini vayron qilgan atom bomba haqida eshitib bo`lgandi. Shu davrdan boshlab hayotining ohirigacha atomli urushni bartaraf etish muammosi Borni hayajonga solib keldi. U atom energiyani tinchlik maqsadlarida ishlatishga doir Birinchi Jeneva konferensiyasi ishida ishtiroq etdi. 1957 yilda unga "Atom tinchlik uchun" birinchi mukofoti topshirildi.

1962 yil 18 noyabrda u to`satdan olamdan o`tadi.

Erenfest. Bor haqida gapirganimizda biz Erenfest ismini tilga olgandik. Uning ismi XX asr fizika tarixida ko`p uchraydi. U Bor bilan ham, Eynshteyn bilan ham, Lorens bilan ham va ko`pgina boshqa fiziklar bilan ham bog`langan edi. U rus fiziklari bilan ham bog`langan va hayotining so`nggi yillarida Rossiyaning biror universitetlariga o`tish tadorig`ini ko`rgandi.

Paul Erenfest, Rossiyada uni Pavel Sigizmundovich deb chaqirishardi, Venada 1880 yil 18 yanvarda tug`ilgan. 1899 - 1901 yillarda va 1903 - 1904 yillarda u Vena universitetida tahsil olgan, bu yerda u Bolsman ma`ruzalarini tinglagan, 1901 - 1903 yillarda esa Gettingen universitetida o`qigan.

1903 yilda Gettingendan Venaga qaytib kelgan Erenfest Bolsman boshqarayotgan seminarning faol ishtiroqchisiga aylandi. Seminarda Erenfestning doktorlik dissertasiyasi mavzusi "qattiq jismlarning suyuqliklardagi harakati va Gers mexanikasi" ham yuzaga keldi. 1904 yilda Erenfest himoya qilgan dissertasiyasiga opponentlik qilgan Bolsman juda katta mamnunlik bilan dissertasiya haqida fikr bildirdi. Xuddi shu yili Erenfest T.A.Afanasyevaga (1876 - 1964) uylanadi. 1907 yilgacha Vena va Gettingenda yashagan Erenfestlar Rossiyaga kelishadi. Rossiyada ular besh yil yashashadi. Peterburgda Erenfest o`zining uyida seminar tashkil etadi, unda Peterburgning yosh fiziklari D.S.Rojdestvenskiy, K.K.Baumgart, L.D.Isakov va fizik-talabalar Yu.A.Krutkov, V.R.Bursian, V.G.Xlopin, V.M.Chulanovskiy va boshqalar ishtiroq etishadi. Bular kelajakdagi olimlar - akademik va professorlari edi. Erenfestning seminari kelajakdagi rus nazariy fizikaning yuksalish nuqtasi bo`ldi. Erenfestning o`zi magisterlik imtixonlariga tayyorgarlik ko`rardi, ularni u 1909 - 1910 yillarda

topshirdi, shuningdek, politexnik institutda matematik fizika muammolari kursini o`qirdi, nazariy fizika masalalariga doir maqolalar yozardi. Ushbu ishlar ichida haqiqiy klassik ishga aylangan va 1912 yilda Matematik ensiklopediyada bosilgan P.S.Erenfest va T.A.Afanasyeva-Erenfestlarning birgalikdagi yozgan "Mexanikadagi statistik tushunishning tamoyiliy asoslari" ishini tilga olish mumkin. L.D.Isakov bilan birgalikda ""Guruhli tezligi" haqida" lavhasi qiziqdir, unda Erenfest Releyning xatosini tuzatadi va aberrasiya usuli bilan fazoviy emas, balki guruhli tezlik o`lchalishini ko`rsatadi.

Ammo Peterburgda doimiy, barqaror joyga Erenfest ega bo`laolmadi. Peterburglik fiziklar har qanchalik qadrlamasinlar, uni biror peterburglik institutining kafedrasiga ishga joylab qo`yishga harakat qilmasinlar, maorif vazirligi qat`iy rad javobini berdi va Peterburgda Erenfestga joy topilmadi. Venada, Pragada, Lâovda joylar surishtirila, axtarila boshlandi. Axtaruvlar natija bermadi. Va shu paytda tasodifan Erenfestning taqdirida keskin burilish yasaldi. 1912 yil aprelida Erenfest Matematik ensiklopediyada bosilgan maqolasining nushalarini turli olimlarga, shu jumladan Lorensga ham yuboradi. 1912 yil 20 aprelda Lorens Erenfestga xat yozadi, ushbu xatda Lorens maqolani yaxshi baholaydi va Erenfestdan qaerda ishlashi va kelajakda nima bilan shug`ullanmoqchi bo`lgani haqida so`raydi.

Lorensning uning taqdiri bilan qiziqishi Erenfestni biroz hayron qoldiradi, ammo keyingi xatda Lorens o`zi bergan savollarining ma`nosini tushuntirib beradi. U Leyden universiteti nazariy fizika kafedrasidagi ordinar professorligini tark etmoqchi ekanligini va o`ziga munosib voris axtarayotganini aytadi. "Men Siz haqingizda ham o`ylab ko`rdim" deb yozadi Lorens. Natijada Erenfest Lorensning taklifini qabul qiladi va Erenfest Leyden universiteti nazariy fizika kafedrasi professori etib saylanadi. Erenfest Leydenda professorlik lavozimini 1933 yil 25 sentyabrgacha, fojeali haloq bo`lgunga qadar egallaydi.

Bor atomi

Biroq, atomlar tuzilishiga doir Borning ishlariga qaytaylik. Undan avval Tomson qilgani kabi Bor ham atomdagi barcha fizikaviy va kimyoviy xossalarini tushuntirib beruvchi elektronlarning joylashuvini axtaradi. Bor Rezerfordning modeli haqida ham biladi va uni asos qilib oladi. U, shuningdek, yadro zaryadi va undagi elektronlar soni zaryad birligiga tengligini va bu narsa Mendeleevning elementlar davriy sistemasidagi joyi bilan aniqlanishini ham biladi. Shunday qilib, bu - elementlarning fizikaviy-kimyoviy xossalarini tushunishda muhim qadamdir. Ammo, tushunarsiz bo`lib ikkita narsa qolayotgandi: elektronlarning berk orbitalari bo`ylab harakatlanishi tasavvuriga mos kelmaydigan atomlarning lol qoldiradigan o`ta barqarorligi hamda deyarli aniq chiziqlaridan tuzilgan spektrlarining paydo bo`lishi. Ravshanki, spektrning bunday aniqligi, uning yaqqol namoyon etiluvchi kimyoviy individualligi qandaydir tarzda atom tuzilishi bilan bog`liq bo`lishi kerak. Bular barchasini tarkibiga kiruvchi zaryadi va massasi atom tabiatiga bog`liq bo`lmagan elektronning universalligi bilan moslashtirish juda mushkuldir. Atomning barqarorligi umuman olganda elektrodinamika qonunlariga ziddir, unga ko`ra davriy harakatlarni qilayotgan elektronlar uzluksiz energiyani

nurlantirib borishlari, uni yo`qotganlaridan so`ng yadroga "qulashlari" lozim bo`ladi. Undan tashqari, elektrodinamika qonunlari bilan tushuntirib beriladigan elektron harakati turi aslida kuzatilayotgan bunday o`ziga xos chiziqli spektrlariga olib kelmasligi lozim. Spektr chiziqlari seriyalariga to`planadilar, ular seriyaning qisqa to`lqinli qismida quyuqlashadilar, mos keluvchi seriyalardagi chiziqlarning chastotalari g`alati arifmetik qonunlariga bo`ysunadilar.

Masalan, Iogann Balmer (1825 - 1898) 1885 yilda vodorodga mansub to`rtta chiziq, ya`ni, H_α, H_β, H_γ, H_δ larning to`lqin uzunliklarini quyidagi bitta formuladan chiqarish mumkinligini topdi:

$$\lambda = 3645{,}6\frac{m^2}{m^2-4}, \quad m = 3, 4, 5, 6 .$$

Keyinchalik ultrabinafsha qismida yana yigirmatacha chiziq topildi va ularning to`lqin uzunliklari ham Balmer formulasiga joylashaoldi.

Iogann Ridberg (1854 - 1919) 1889 - 1900 yillarda ishqorli metallarning spektr chiziqlari ham seriyalarga taqsimlanishini aniqladi. Har bir seriyadagi chiziqlar chastotalari ikkita hadning ayirmasi - termlar ko`rinishida taqdim etilishi mumkin. Masalan, bosh seriya uchun:

$$n = \frac{1}{\lambda} = \frac{R}{(1+s)^2} - \frac{R}{(m+p)^2}, \quad m = 2, 3, \cdots,$$

bu yerda R – Ridberg doimiysi deb nomlangan qandaydir doimiy son, s va p – seriyadan seriyaga o`zgarib turuvchi kasr son ko`rinishidagi tuzatmalar.

"Chiziqiy spektrlarning ko`rinma seriyasi va ularning orasidagi munosabatlarining batafsil tahlilidan qayd etilgan asosiy natijadan kelib chiqqan fakt shu bo`ldiki, muayyan elementi spektridagi har bir chiziqning chastotasi v hayron qolarli darajadagi aniqlikda $v = T' - T''$ formula bilan taqdim etilishi mumkin, bu yerdagi T’ va T’’ – ko`pgina spektral termlar T dan elementni tasniflovchi qandaydir ikkita hadlardir" deb yozgandi Bor.

Bor spektroskopiyaning ushbu asosiy qonunini tushuntirib berdi va elektronning zaryadi va massasi, yorug`lik tezligi va Plank doimiylari kabi fundamental kattaliklaridan Ridberg doimiysini hisoblab chiqishga muvaffaq bo`ldi. Ammo, buning uchun u klassik fizikasida zid bo`lgan tasavvurlarni atom fizikasiga kiritishga majbur bo`ldi.

Eng avvalo bu atomlarning stasionar holatlaridir, bu holatdagi elektron, garchi u doiraviy orbita bo`ylab davriy harakatlar bajarayotgan bo`lsada, nurlantirmaydi.

Bunday holatlar uchun impuls momenti $h/2\pi$ ga karrali bo`ladi. Bitta orbitadan ikkinchi orbitaga o`tishida elektron kvant miqdoriga teng energiyani nurlantiradi yoki yutadi. "Atom va molekulalar tuzilishi haqida" deb nomlangan uchta maqolalaridagi yakuniy izohlarida Bor o`zining asosiy gipotezalarini quyidagicha ta`riflaydi:

"1. Energiyaning nurlantirilishi (yoki yutilishi), oddiy elektrodinamikada qabul qilinganidek, uzluksiz sodir etilmaydi, balki faqat sistemaning bitta "stasionar" holatidan boshqasiga o`tishdagina yuzaga keladi.

2. Stasionar holatlardagi tizimning dinamik muvozanati oddiy mexanikaning qonunlari bilan aniqlanadi, sistema turli stasionar holatlari orasidagi o`tishlari uchun esa, bu qonunlar haqiqiy bo`lmay qoladi.

3. Sistema bitta stasionar holatidan ikkinchisiga o`tishida chiqarilayotgan nurlanish monoxromatikdir hamda uning chastota ν va nurlantirilgan umumiy energiya miqdori E orasidagi munosabat $E = h\nu$ tenglik bilan beriladi, bu yerda h – Plank doimiysidir.

4. Musbat yadro atrofida aylanayotgan elektrondan iborat sodda sistemaning turli stasionar holatlari berilgan konfigurasiya hosil bo`lishida nurlantirilgan umumiy energiya bilan elektronning aylanishlari soni orasidagi nisbat $h/2\pi$ ga karrali butun son bo`lishligi shartidan kelib chiqadi. Elektron orbitasi doiraviy deb qabul qilingan taxmin yadro atrofida aylanayotgan elektronning impulñ momenti $h/2\pi$ yahlit karrali bo`lishi talabiga tengdir.

5. Ixtiyoriy atom sistemaning "asosiy" holati, ya`ni, nurlantirilgan energiya maksimal bo`lgan holat har bir elektronning uning orbitasi markaziga nisbatan impuls momenti $h/2\pi$ ga teng bo`lishlik shartidan kelib chiqadi".

Undan so`ng Bor: "Ushbu taxminlar qabul qilinganda atomning Rezerford modeli yordamida chiziqiy spektridagi turli chiziqlarning chastotalarini bog`lab turuvchi Balmer va Ridberg qonunlarini tushuntirib berish mumkin bo`ladi" deb yozgandi.

Aynan Bor vodorod spektri uchun

$$\nu = \frac{2\pi^2 me^4}{h^3}\left(\frac{1}{\tau_2^2} - \frac{1}{\tau_1^2}\right),$$

formulani oladi, bu yerda τ_1, τ_2 – butun sonlar.

"Ko`rib turganimizdek, bu munosabat vodorod spektridagi chiziqlarni bog`lab turuvchi qonuniyatni tushuntiradi. Agar τ_2 = 2 deb olsak va τ_1 ni o`zgartirsak, unda oddiy Balmer seriyasini qo`lga kiritamiz. Agar τ_2 = 3 deb olinsa, unda infraqizil sohada Pashen kuzatgan va undan oldin Rits bashorat etgan seriyani ko`ramiz. $\tau_2$ = 1 va $\tau_2$ = 4, 5, … larda chetki ultrabinafsha va mos ravishda chetki infraqizil sohalarda hali kuzatilmagan, ammo ularning mavjudligini taxmin qilish mumkin bo`lgan seriyalarni olishimiz mumkin" deb yozadi Bor.

Haqiqatdan ham, τ_2 = 1 ga mos keluvchi ultrabinafsha sohadagi seriya Layman (1874 - 1954) tomonidan 1916 yilda, τ_2 = 4 ga mos keluvchi infraqizil sohadagi seriya 1922 yili Breket tomonidan, va τ_2 = 5 ga mos seriya 1924 yili Pfund tomonidan topildi.

O`sha davrda ma`lum bo`lgan e, m, h qiymatlaridan foydalangan Bor spektral formuladagi doimiysining qiymatini topadi:

$$\frac{2\pi^2 me^4}{h^3} = 3{,}1 \cdot 10^{15},$$

bunda eksperimental qiymati $3{,}290 \cdot 10^{15}$ ga teng bo`lgan. "Nazariy va kuzatilayotgan qiymatlari orasidagi moslik nazariy formulaga kirgan o`zgarmaslarning o`lchash xatoliklari chegaralarida yotibdi" deb yozgandi Bor.

Bor, 1896 - 1897 yillarda Pikering tomonidan ζ-Kema Quyrug`i yulduzidagi spektrida kuzatgan spektral seriyaga tushuntirish beradi. U, ushbu seriya ionlashgan geliy spektriga mansubligini ko`rsatadi.

Bor maqolalari bosilib chiqqanidan so`ng Fauler vodorod va geliy bilan to`ldirilgan naydagi chaqnoqda, uning fikricha, Bor seriyasiga joylashmagan yangi chiziqlarni topadi. Bor, umumiy massalar markazi atrofida yadro va elektronning harakatlarini hisobga olgan holda, nazariyasiga aniqlik kiritadi. Bunda:

$$k = \lambda\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) = \frac{ch^3(M-m)}{2\pi^2 E^2 e^2 Mm},$$

bundan

$$\frac{k_H}{k_{He}} = 4{,}00163$$

va eksperimentga aniq mos keladi.

Keyingi ishlarida Bor o`zi yaratgan nazariyasining asoslariga tinimsiz aniqliklar kiritib bordi. U 1918 yilda spektral chiziqlarining intensivligi va qutblanishi haqida biror xulosalar chiqarishga imkon beruvchi moslik tamoyili bilan to`ldirildi. Zommerfeld Zeemanning normal effektini tushuntirib bergan fazoviy kvantlash nazariyasini rivojlantirdi. 1913 yilda kashf qilingan Shtark effekti Bor modeli asosida Eynshteyn va Shvarsshild tomonlaridan 1916 yili tushuntirildi. Borning o`zi bir necha marotaba atomlar spektriga magnit va elektr maydonlarning ta`siri bilan shug`ullangan. Shuningdek, u ilk bor atomning kvant nazariyasiga rentgen spektrlarini ham ko`rishga kiritadi, u, "agar biror ta`sir, masalan, katod nurlari ta`sirida avvaldan ichki halqalaridagi elektronlar olib tashlangan bo`lsa, sistema normal holatga qaytishida xarakteristik rentgen nurlanishi hosil bo`ladi" deb hisoblagan (1913).

Rentgen nurlanishining to`lqinli xarakteri Maks Laue (1879 - 1960), Valter Fridrix (1883 - 1968) va Paul Knipping (1883 - 1935) lar tomonidan kashf qilinadi. 1912 yilda Lauega rentgen nurlari uchun difraksion panjara sifatida kristalldan foydalanish haqidagi fikr keladi. Yiltiroq ruhtosh, tosh tuzi va yiltiroq qo`rg`oshinlar bilan olib borilgan tajribalar Lauening taxminini ajoyib tarzda tasdiqlaydi. Laue, Fridrix va Knippinglarning "Rentgen nurlaridagi interferension hodisalar" maqolasi 1912 yilda va to`ldirilgan holda 1913 yilda bosilib chiqdi.

Fridrix va Knipping tajribalaridan so`ng Laue darhol eksperimentning nazariyasini berdi, u 1913 yildagi maqolaning birinchi nazariy qismini tashkil etdi. Ammo u hali rentgen nurlarining to`lqin uzunliklarini aniq o`lchashga imkon bermasdi, chunki kristallar tuzilishining o`zi xali noaniq edi. Rentgenoskopiya va rentgenostrukturaviy tahlili asoslari ota-bola Bregglar: Vilyam Genri Bregg (1862 - 1942) va uning o`g`li Vilyam Laurens Bregg (1890 - 1971) tomonidan berilgandi. Ular, rentgen nurlar dastasi kristall sirtidan siljish burchaklari θ va quyidagi shartni qoniqtiruvchi geometrik optika qonuniga binoan akslanishini topishadi:

$$2d\sin\theta = n\lambda.$$

Aynan shunga o`xshash munosabat rus fizigi Yuriy (Georgiy) Viktorovich Vulf (1863 - 1925) tomonidan ham topilgandi. Bregglar va Vulf qonuni rentgen nurlarining to`lqin uzunliklarini o`lchashga imkon berdi.

1908 yilda Charlz Glover Barkla (1877 - 1944) tomonidan ochilgan xarakteristik nurlar chiziqiy spektrni tashkil etadi, ular rentgenoskopiyada *K*, *L*, *M*, *N*, … harflar bilan belgilanuvchi seriyalarga parchalanadi.

Genri Mozli 1913 - 1914 yillarda elementdan elementga o`tganida bitta seriyaga mansub bo`lgan xarakteristik nurlarining to`lqin uzunliklari siljishi qonunini ochadi. Rentgen nurlarining "qattiq"ligini aniqlab beruvchi chastotalari elementning tartib raqami ortishi bilan o`sib borar ekan. Aytib o`tish joizki, rentgenoskopiyaning dastlabki tadqiqotchilari M.Laue, V.G. va V.L.Bregglar, Ch.Barkla fizikadan Nobel mukofotlariga sazovor bo`ldilar: Laue - 1914 yilda, Bregglar - 1915 yilda, Barkla - 1917 yilda.

Bor g`oyalari asosida rentgen spektrlarining dastlabki nazariy izohlanishi quyidagichadir: spektrlarining kelib chiqishi elektronlarning ichki qobiqlaridagi vakant (bo`sh) joylariga o`tishdandir. Bu izohlanish Zommerfeld tomonidan uning 1916 yildagi fundamental ishida berilgandi. Xuddi shu, 1916 yili P.Debay va P.Sherrer kukundagi kristallarni rentgen tahlilining yangi uslubiyatini qayta ishlab chiqdilar, u rentgenostrukturali tahlilda keng qo`llanila boshlandi.

Bor g`oyalari Djeyms Frank (1882 - 1964) va Gustav Gerslarning tajribalarida o`z eksperimental tasdig`ini topdi, ular 1913 yildan boshlab elektronlarning bug` va gazlarning atomlari bilan to`qnashishlarini o`rgana boshlagandilar. Elektron gazlar atomlari bilan to`qnashishlari elastik va noelastik bo`lishi aniqlandi. Elastik to`qnashishda elektron og`ir atomdan (masalan simobning atomidan) energiyasini yo`qotmagan holda sakrab uzoqlashar ekan, noelastik to`qnashishda esa uning energiyasi yo`qoladi va atomga uzatiladi, bunda atom yoki g`alayonlanadi, yoki ionlanadi. Atomni g`alayonlantirish uchun sarf qilinadigan energiya porsiyasi deyarli aniq, masalan, elektron simob atomi bilan to`qnashganda 4,9 *eV* energiyani yo`qotadi, bu esa, to`lqin uzunligi 2537 Å bo`lgan ultrabinafsha nurning kvanti energiyasiga mos keladi.

Atom tomonidan energiya nurlantirishi yoki yutilishining kvantli xarakteri Eynshteyn tomonidan 1916 - 1917 yillarda bajargan yorug`lik kvantlariga doir nazariy tadqiqot asosini tashkil etdi. Ushbu tadqiqotda Eynshteyn, yo`naltirilgan nurlanish haqidagi tasavvuridan kelib chiqqan holda Plank formulasini chiqaradi. Atom energiyani kvantlab nurlantiradi yoki yutadi. Ma`lum yo`nalishda kvantni otib chiqargan atom unga nafaqat energiya $h\nu$ ni, balki $\frac{h\nu}{c}$ impulsni ham bag`ishlaydi. Nurlantirishda gaz molekulasi energiya $\varepsilon_m$ ga ega $Z_m$ energetik holatdan $\varepsilon_n$ energiyali $Z_n$ holatga o`tadi va $\varepsilon_m - \varepsilon_n$ energiyani nurlantiradi. Xuddi shunday miqdordagi energiyani yutib, molekula Z_n holatidan Z_m holatiga o`tadi. Molekula $Z_m$ holatdan $Z_n$ holatga o`z-o`zidan, spontan o`tishi mumkin. Vaqt *dt* ichida bunday o`tishning extimoli ushbu vaqt oralig`i *dt* ga proporsional bo`ladi:

$$dW = A_m^n dt .$$

Ammo, spektrlarni tushuntirishda Bor tomonidan ilk bor kiritilgan ushbu spontan o`tishdan tashqari, Eynshteyn fikricha, yorug`lik maydonidagi atom va molekulalar

uchun yorug`lik nurlanishi ta`siri ostida indutsiyalangan o`tishlar ham mavjud bo`lishi lozim. Bunday "indutsiyalangan nurlanish"ning bo`lish extimolligi:

$$dW = B_m^n \rho\, dt\,, \qquad (B')$$

bu yerda ρ – yorug`lik energiyaning hajmiy zichligi. Xuddi shunday, $Z_n$ holatida bo`lgan molekula yuqori energetik daraja Z_m ga o`tishda u tomonidan energiya yutilish extimolligi ham

$$dW = B_n^m \rho\, dt \qquad (B)$$

bo`ladi.

Tengmuvozanatli holatda atom, o`rtacha olganda, qancha energiyani nurlantirayotgan bo`lsa, shunchasini yutadi ham. Shuning uchun:

$$p_n e^{\frac{-\varepsilon_n}{kT}} B_n^m \rho = p_m e^{\frac{-\varepsilon_m}{kT}} (B_m^n \rho + A_m^n)\,,$$

bu yerda Bolsman statistikasi qonuniga binoan Z_n holatida bo`lgan molekulalar soni

$$W_n = p_n e^{-\frac{\varepsilon_n}{kT}}$$

ga proporsionaldir. Avvalgi tenglikdan

$$\rho = \frac{\frac{A_m^n}{B_m^n}}{e^{\frac{\varepsilon_m - \varepsilon_n}{kT}} - 1}$$

kelib chiqadi. Faraz qilaylik, $\varepsilon_m - \varepsilon_n = h\nu$, va yuqori chastotalar uchun Vin qonunidan foydalangan holda Plank formulasini qo`lga kiritamiz:

$$p = \alpha \nu^3 e^{\frac{-h\nu}{kT}}\,.$$

Indutsiyalangan nurlanishi haqidagi Eynshteynning g`oyasi lazerlarda qo`llanilib, zamonaviy fizika va texnikada o`z aksini topgan.

Aytib o`tganimizdek, Zommerfelä 1916 yili bir nechta erkinlik darajalariga ega sistemalar uchun $\oint p_i dq_i = n_i h$ ko`rinishidagi kvantlash qoidalarini kiritib, Bor nazariyasini umumlashtiradi.

U, azimutal va radial kvant sonlarni kiritgan holda ellips bo`ylab harakatlanishni olib ko`radi. Fazoviy kvantlanishni va uchinchi kvant sonini kiritib, u Zeeman normal effektining nazariyasini berdi. Nihoyat, u spektral chiziqlarning nozik strukturasi nazariyasini va va rentgen spektrlariga tushuntirishni berdi. Barcha bu natijalar "Atomlar tuzilishi va spektrlar" klassik monografiyasida batafsil ko`rib chiqilgandi, uning birinchi nashri 1917 yilda chiqqandi. 1924 yilga qadar ushbu kitob to`rt marta qayta nashr qilindi. Uning ohirgi nashri endi ikki jildli ko`rinishida 1951 yili bosildi, ruscha o`girmasi 1956 yilda chiqqandi.

Shunday qilib, 1917 yilgacha Borning g`oyalari shaxsan Bor o`zining ishlarida ham, boshqa mualliflar tomonidan ham har tomonlama rivojlantirildi. Ular eksperimental tarzda tasdiqlandi va Bor nazariyasi barcha tomondan tan olindi. Ammo, Rezerford tomonidan qo`yilgan yechilishi qiyin savollar xali o`z yechimini topmagan, ko`p elektronli atomlarni, Zeemanning anomal effektini va ko`pgina boshqa narsalarni ko`rib chiqish urinishlarida yuzaga keladigan

mushkulliklar ko`rsatdiki, Bor nazariyasi qanchalik muvaffaqiyatlariga erishmasin, unda ham o`ziga xos prinsipial xarakteriga ega jiddiy kamchiliklar mavjudligini ko`rsatib berdi.

VI BOB. KVANT MEXANIKASINING YUZAGA KELISHI

Bor nazariyasining mushkulliklari

Fizikaning inqilobiy o`zgarish jarayoni fizikaviy hodisalarni bayon etishning odatiy shakllaridan tubdan farq qiluvchi yangi ilmiy tizimning paydo bo`lishi bilan yakunlandi. Bu tizim kvant mexanikasi edi, uning tiklanishi 1925 - 1930 yillarga mos keldi.

Borning nazariyasi avval boshdanoq javobsiz qolgan bir qancha savollarni keltirib chiqargandi. Bu savollar Rezerford tomonidan birinchi qo`lyozma muhokamasi chog`idayoq qo`yilgandi. Biz Bor g`oyalari paydo bo`lishi munosabati bilan kelib chiqishi mumkin bo`lgan mushkulliklari haqidagi Rezerfordning ta`kidlarini keltirgandik: elektron qaysi orbitaga o`tishini qanday aniqlash mumkin va kvantli sakrashlarga o`rin bo`lmagan klassik mexanika bilan Bor g`oyalari uyg`unligini qanday tushunish lozim.

Rezerfordning bu kabi e`tirozlarini Bor uzoqni ko`ra bilishlik deb atadi. Rezerford, noaniq kvant sharoitlari va kvant sakrashlari bilan elektronning atom orbitalari bo`yicha aniq harakatlari orasidagi ziddiyatlarini yaqqol ko`rsatib beraoldi. Ammo spektrlarni tushuntirishdagi Bor nazariyasining erishgan muvaffaqiyatlari ushbu ziddiyatni unutishga majbur etdi. Shunga qaramay, dastlabki ishlab chiqilgan nazariyada ko`pgina narsa yetishmayotgani darhol ayon bo`ldi. Bu ayniqsa Zeeman effekti misolida yaqqol ko`rindi.

1896 yilda gollandiyalik fizik Piter Zeeman (1865 - 1943) Faradey o`z davrida amalda o`tkazishga urinib ko`rgan tajribani o`tkazadi. Natriyli gorelkaning alangasini u elektromagnit qutblari orasiga joylashtirib, spektroskop orqali uning spektrini kuzatgan. Elektromagnit o`qi bo`ylab yo`lka parmalab o`tkazilgan, u orqali hodisani nafaqat maydonning kuch chiziqlariga perpendikulyar holda (ko`ndalang effekt), balki maydon bo`ylab ham (bo`ylama effekt) kuzatish mumkin bo`lgan. Maydonga ko`ndalang kuzatilganda, maydon yo`qligida kuzatiladigan tebranish chastotasiga teng chastotaga mos ν_0 tebranish chastotali chiziqdan tashqari yana $\nu_1 = \nu_0 - \Delta\nu$ va $\nu_2 = \nu_0 + \Delta\nu$ chastotalariga teng ikkita chiziq ham kuzatilgan. Uchchala chiziq chiziqiy qutblangan. Siljimagan chiziq kuch chiziqlari bo`ylab joylashgan tebranishlariga mos kelgan ($\pi$-komponenta), siljiganlari - perpendikulyar kuch chiziqlariga mos kelgan ($\delta$-komponentalar). Maydon bo`ylab kuzatilganda siljimagan komponenta kuzatilmaydi, siljigan chiziqlar doira bo`ylab qarama-qarshi yo`nalishlarda qutblangan.

Lorens, atomlardagi elektronlar davriy chastotasi ω_0 bilan doiraviy harakatlarni bajarishi haqidagi tasavvurdan kelib chiqqan holda 1897 yili effektning sodda nazariyasini beradi. Magnit maydonda ularga Lorens kuchi ta`sir etadi va aylanish chastotasi $\Delta\omega$ kattalikga o`zgaradi, u taxminan

$$\Delta\omega = \pm\frac{e}{2mc}H$$

ga teng.

Larmor (1857 - 1942) 1899 yilda magnit maydonning ta`sirini og`irlik maydoni pildiroqqa ta`sir etganidek izohladi. Pildiroq og`irlik kuchi yo`nalishi atrofida $\Delta\omega$ burchak chastota bilan presessiyalanadi. Xuddi shunga o`xshab, atomdagi aylanayotgan elektronlar magnit maydon kuch chiziqlari atrofida $\Delta\omega = \pm\frac{e}{2mc}H$ doiraviy chastota bilan presessiyalanadilar (Larmor presessiyasi). Larmor - Lorensslarning tushuntirishlarielektron nazariyaning buyuk muvaffaqiyati bo`ldi va 1902 yilda Zeeman va Lorenslar Zeeman effektini kashf qilganliklari va tushuntirib berganliklari uchun Nobel mukofotiga sazovor bo`ldilar.

A.Zommerfeld, Bor nazariyasini rivojlantirib, fazoviy kvantlash g`oyasini qo`shadi. Elektronning orbita bo`ylab harakati radial va azimutal kvantli sonlar yoki elektron energiyasini ifodalovchi bosh kvantli son *n* bilan hamda orbita shaklini ifodalovchi qo`shimcha *k* kvant sonlari bilan aniqlanadi. Orbitaning fazodagi vaziyati uchinchi kvantli son *m* bilan aniqlanadi. Ushbu sonning kiritilishi va magnit maydonga nisbatan o`qlar yo`nalishlarini kvantlash Zeeman effektini tushuntirib berishga imkon beradi. Ammo bu yo`ldagi tushuntirish ma`lum ma`noda Lorens tomonidan berilgan tushuntirishga nisbatan zaifroq edi. U chiziqlarning qutblanishi haqida hech qanday ma`lumot bermasdi. Umuman olganda spektrlarning nazariyasi, Bor va Zommerfelä bo`yicha, chiziqlarning chastotasi haqidagina gapirib, ularning intensivligi va qutblanishini tushuntirib beraolmasdi. Nazariyasi bular haqida biror narsa deyaolishi uchun Bor moslik tamoyilini kiritadi.

Bu tamoyilga ko`ra, nurlanishni bayon etishdagi kvantli va klassik usullari orasida "uzoqqa boruvchi moslik mavjuddir". Kvantli bayonida nurlanish spektri chiziqlari bitta holatdan ikkinchi holatga o`tishlari orqali kelib chiqadi, klassik bayonda esa bu chiziqlar elektron harakati Fur'yye qatoriga yoyilishidan olinadi. Bunda, N.Bor ko`rsatishicha, "stasionar holatlaridan biridan biriga o`tishda oddiy tasavvurda elektron stasionar holatdagi tanlangan harakatda kutilishi mumkin bo`lgan ayirmalaridan katta bo`lgan *n*’ va *n*” sonlar bilan tasniflanuvchi nurlanish chastotalari nurlanish komponentalar birining chastotasiga mos tushadi". Undan so`ng Bor: "Tabiiyki, topilgan moslikning ahamiyatiga chuqurroq yondoshadigan bo`lsak, moslik faqatgina u yoki bu usul bilan hisoblab chiqilgan spektral chiziqlarning chastotalari bilan chegaralanib qolmasdan, balki intensivliklariga ham ta`sir etishini kutishimiz mumkin. Bu kutish ikkita stasionar holatdagi o`tishlarning extimolligi ma`lum ma`noda garmonik komponentaga mos keluvchi amplitudasi bilan bog`liqdir" deb yozadi.

Moslik tamoyili qo`llanilishi Zeemannning normal effektida qutblanishini ham aniqlashga imkon berdi. Magnitli kvant sonining ±1 ga o`zgarishiga to`g`ri keluvchi kvantli o`tish kuch chiziqlariga perpendikulyar tekisligida doiraviy qutblanishni beradi. $\Delta m = 0$ ga teng kvantli o`tish kuch chiziqlariga parallel chiziqiy qutblanishga mos keladi.

Ammo Zeemanning normal effekti aslida norma emas, balki qoidadan tashqari holdir. Amalda nisbatan murakkabroq effekt, ya`ni, bir necha

komponentalarga (mulòipletlarga) parchalanish kuzatiladi. Elementlarining spektr chiziqlari ham mulòipletlarga aylanadi. Anomal effekt va spektrlarning mulòiplet tuzilishi Borning oddiy nazariyasi doirasiga o`rnashilmayotgandi.

Chiziqlarining murakkab tuzilishi haqidagi masala atomning magnitli xususiyatlari masalasi bilan chambarchas bog`liq bo`lib chiqdi. 1919 yil 15 dekabrda qilgan o`zining ma`ruzasida D.S.Rojdestvenskiy spektral chiziqlarining dublet va tripletlari elektronlar harakati tufayli yuzaga keladigan magnit kuchlari oqibatida kelib chiqishini taxmin qilgandi. "Magnitli masala atomlar masalasi asosida yechilishi lozim" degandi Rojdestvenskiy.

O.Shtern (1888 - 1969) va V.Gerlax (1889 yilda tug`ilgan) 1921 yilda birjinsli bo`lmagan magnit maydondan molekulyar dastani o`tkazishadi va va inkor etib bo`lmaydigan darajada atomlarda magnit momenti mavjudligini isbotlashadi. Ammo tajribaning tafsilotlari, ya`ni, dastaning ikkiga parchalanishi, Bor - Zommerfelä nazariyasiga yana zid kelardi.

Xuddi shu, 1921 yilda A.Lande (1888 - 1975) mulòipletlarni vektor modeli yordamida bayon etishning formal sxemasini berdi va kvantli sonlar *k* va *s* lar bilan bog`liq bo`lgan Lande ko`paytirgichini kiritdi (keyinchalik "ichki" kvantli sonni ham kiritishga zarurat tug`ildi). U ham "qo`shaloq magnetizm"ga ega bo`ldi: atom qobirg`asining magnitli va aylanish momentlari orasidagi nisbat (ya`ni, yadro va optik ko`rinadiganidan tashqari barcha elektronlarning) Bor - Zommerfelä nazariyasidan kelib chiqadiganidan ikki marta katta bo`lib chiqdi. Bor nazariyasining dastlabki variantidan kelib chiqadigan ziddiyadlar har qadamda ko`payib bormoqda edi va spektroskopik faktlarni kvantli bayon etilishi kundan-kunga murakkablashib bordi.

Ayniqsa og`ir ahvol yorug`lik nazariyasida yuzaga keldi. Eynshteyn 1917 yildagi o`zining klassik ishida yorug`likning korpuskulyar nazariyasi tomon keyingi qadamini qo`ydi. U, atom yorug`lik kvantini u yoki bu tomon "otib yuborganda nurlantiradi deb taxmin qildi (ignasimon nurlanish). Bunda yorug`lik kvanti material zarraning barcha xususiyatlariga, ya`ni, energiya $E = h\nu$, massa $m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}$ va impuls $p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$ larga ega bo`ladi.

Bu g`oya amerikalik fizik Artur Kompton (va Debay ham bo`lishi extimoldan holi emas) tomonidan qilingan kashfiyoti orqali ajoyib tarzda o`z isbotini topdi. 1922 yili Kompton (1892 - 1962) zaif bog`langan elektronlarga ega moddadan (grafit) rentgen nurlari sochilishida sochilgan rentgen nurlarining chastotasi (to`lqin uzunligi) sochilish burchagiga bog`liqligini topadi. Sochilish burchagi kattalashgan sari chastota kamayar (to`lqin uzunligi uzayar), nurlanish nisbatan "yumshoq" bo`ladi. 1927 yili Kompton bu effektni kashf qilganligi uchun Nobel mukofotiga sazovor bo`ladi.

1923 yili A.Kompton va undan mustaqil ravishda P.Debay ham "Kompton effekti" nazariyasini berishadi. Nazariya Eynshteyn g`oyasiga asoslangan edi: yorug`lik kvanti elektron bilan elastik to`qnashish qonuniga binoan to`qnashadi. Energiya va impuls ssaqlanish qonunlaridan foydalanib, Kompton va Debay sochilgan nurlanishning to`lqin uzunligi o`zgarishi uchun formulani qo`lga kiritadilar:

$$\Delta\lambda = 2\lambda_0 \sin^2 \frac{\theta}{2},$$

bu yerda $\lambda_0 = \frac{h}{mc}$ – universal konstanta (komptoncha to`lqin uzunligi). Debay ushbu formulani biroz o`zgargan holda o`zadi. Effektning bunday sodda va ko`rgazmali tushuntirilishi yorug`lik kvanti zarra ekanligi tushunchasi haqidagi juda kuchli darajada tasavvurga ega bo`ldi, shuning uchun Kompton taklif qilgan "foton" atamasi keng ommalashib ketdi.

1924 yilga kelib yorug`lik haqidagi fanda ancha mushkul ahvol kuzatldi, buni Leningradda bo`lib o`tgan fiziklarning IV yig`inida ma`ruza qilgan O.D.Xvolson ko`rgazmali tarzda tasniflab berdi. Sinf doskasini bo`r bilan ikki qismga, ya`ni, *A* va *B* larga bo`lib, u bir tomoniga yorug`likning to`lqinli nazariyasi bilan tushuntiriladigan faktlarni, ikkinchi qismiga - kvant nazariyasi orqali tushuntiriladigan faktlarni yozadi. Yig`inda ishtiroq etgan Erenfest bu haqda quyidagicha gapirgandi: "Na to`lqinli, na kvant nazariyalari yorug`lik hodisalarning barcha sohalarini qamrab ololmaydilar". Xvolson ta`kidlab o`tganidek, yorug`lik nazariyani yalpi qamrab oladigan nazariya yo`q edi. Ammo Kompton effekti hamda yig`inda xabar qilingan A.F.Ioffe va N.I.Dobronravovlarning o`tkazgan tajribalari tarzuning milini kvant nazariyasi tomon og`dirgandek bo`ldi. Erenfest o`zining ma`ruzasida difraksion panjaraning kvant nazariyasini yaratishi ustidagi urinishi haqida bayon qildi.

1924 yilda Bor G.Kramers va J.Sleterlar bilan birgalikda "Nurlanishning kvant nazariyasi" maqolasini yozadi, u o`sha, 1924 yilda bosilib chiqadi.

Og`ir ahvoldan qutulish maqsadida mualliflar xatto nurlanishning va atom tomonidan yorug`lik yutishining ayrim aktlariga energiya saqlanish qonunining talablaridan voz kechishni taklif qildilar. Energiya saqlanish qonuni faqatgina statistik ko`rinishda, o`rtacha bajarilishi lozim. Ular kvantli o`tishlarni ro`yobga chiqaruvchi virtual maydon haqidagi tasavvurni kiritdilar, va to`lqinli tasavvurlarni to`liq saqlab qolgan holda kvantli effektlar nazariyasini yaratmoqchi bo`ldilar. Biroq, Bor, Kramers va Sleterlarning gipotezalari yorug`lik modda bilan o`zaro ta`sirlashuvining har bir akti energiya saqlanish qonuniga bo`ysunishini ko`rsatuvchi eksperimentlardagi natijalari bilan isbotlandi. Shunday qilib, yuzaga kelgan og`ir ahvoldan qutulishning yo`li Bor va uning xodimlari tomonidan xali topilmagandi.

Lui de Broylning g`oyalari

1923 yilda Parij fanlar Akademiyasi ma`ruzalarida fransuz fizik Lui de Broylning uchta: "To`lqinlar va kvantlar", "Yorug`lik kvantlari, difraksiya va interferensiya", "Kvantlar, gazlarning kinetik nazariyasi va Ferma tamoyili" maqolalari bosilib chiqdi, ularda yorug`lik nazariyasidagi dualizmni materiya zarralariga ko`chiruvchi mutlaqo yangicha g`oya o`rtaga tashlangandi.

De Broyl tezlik $\upsilon = \beta c$ bilan harakatlanayotgan jismga bog`liq to`lqinli jarayonni ko`rib chiqadi. Bu to`lqin $E = h\nu = mc^2$ munosabatdan aniqlanadigan chastotaga ega va jism harakatlanishi tomon $u = \frac{c}{\beta}$ tezlik bilan harakatlanayotgan

bo`lsin. "Biz uni faqat harakatlanayotgan jismning siljishi bilan bog`liq fiktiv to`lqin sifatida olib ko`ramiz". Undan so`ng de Broyl ko`rsatishicha, yopiq traektoriya bo`ylab yorug`lik tezligidan kichik doimiy tezlik bilan harakatlanayotgan elektronning traektoriyasi, agar unga bunday to`lqinlarning yahlit soni joylashaolsa, barqaror bo`ladi. Bu shart Borning kvant sharti bilan mos keladi: $m\upsilon R = \frac{nh}{2\pi}$. Zarraning tezligi $\upsilon = \beta c$ chastotasi $\frac{mc^2}{h}$ ga mos keluvchi va biri-biridan kam farqlanuvchi chastotalarga ega to`lqinlar guruhi tezligiga teng. De Broyl "faza to`lqini" deb nomlagan ushbu to`lqin $mc^2$ energiyani eltuvchi zarrani boshqaradi, fazoviy to`lqinning o`zi energiyani tashimaydi. De Broylíing gipotezasi "to`lqinli harakat va kvantlarni sintezlashtirishni amalga oshirishga" imkon beradi. De Broyl tabiatda modda zarralari uchun ham to`lqinli hodisalar mavjudligini ta`kidlaydi. U, "Difraksion hodisalar yetarlicha kichik tirqishdan o`tayotgan elektronlar oqimida ham kuzatiladi. Extimol, g`oyalarimizning tasdig`ini aynan ana shu yo`nalishda axtarish lozimdir" deb yozadi.

De Broyl, uning yangi mexanikasi avvalgi, klassik va relyativistik mexanikalarga "to`lqinli optika geometrik optikaga qanday munosabatda bo`lsa, shu kabi" xuddi shunday munosabatda ekanligini ko`rsatadi. U taklif qilgan sintez "XVII asr davridan beri dinamika va optikaning birgalikda rivojlanishidagi mantiqiy cho`qqisidir" deb yozadi.

1924 yil 25 noyabrda de Broyl "Kvantlar nazariyasiga doir tadqiqotlar" dissertasiyasini himoya qiladi. Bu vaqtni ayrim mualliflar to`lqinli mexanikasining g`oyalari paydo bo`lgan vaqt deb hisoblaydilar. Keyinchalik de Broyl, to`lqinli mexanikani 1923 yildayoq ochganman deb e`tiroz bildirgan: "chunki o`zimning dissertasiyamda men 1923 yil sentyabr - oktyabr oylarida maqolalarimda mavjud bo`lgan g`oyalarni faqatgina rivojlantirdim". Elektronlarning to`lqinli tabiatini kashf qilganligi uchun de Broyl 1929 yili Nobel mukofotiga sazovor bo`ldi.

Biroq, ushbu maqolalar darhol keng ommaga yo`l olmadi. Ulardagi elektronlar difraksiyasiga doir ishoraga eksperimentatorlar beparvo bo`lishdi. Elektronlarning difraksiyasi de Broyl maqolalari chiqarilganiga faqatgina besh yildan so`ng ularga bog`lanmagan holda va ma`lum darajada tasodifan kashf qilindi. Ammo de Broyl g`oyalariga nazariyotchilar - Eynshteyn va Shredingerlar e`tibor qilishdi, ular bu g`oyalaridan o`zlarining ishlarida unumli rivojlantirishdi.

O`zining "Kvantlar, gazlarning kinetik nazariyasi va Ferma tamoyili" maqolasida de Broyl, 1911 - 1913 yillarda Plank, Nernst, shuningdek, Sakkur va Tetrodelar tomonidan olib borgan tadqiqotlarga tayanib, gazlar va yorug`lik kvantlarining statistikasini ishlab chiqadi. 1911 - 1912 yillarda Sakkur va Tetrode gazlarga kvant nazariyaning g`oyalarini tadbiq eta boshlaganlar, gazning elementar fazoviy hajmini h3 ga teng deb hisoblanishini taklif qilganlar. Plank bu g`oyani ilib oladi va uni Nernst teoremasi bilan bog`laydi, uning kvantli xarakterini uning o`zi o`rnatgandi. Endi de Broyl materiya to`lqinlari haqidagi o`zining tasavvuri asosida yorug`lik kvantlari uchun Plank formulasini va gazlar uchun Maksvell taqsimoti qonunini chiqaradi.

Kvant statistikasining yuzaga kelishi

1924 yil 2 iyulda hind fizigi Shatyendranat Boze (1894 - 1974) Dakkadan (hozirda Bangladesh poytahti) "Zeitschrift für Physik" nemis jurnaliga "Plank qonuni va yorug`lik kvantlarining gipotezasi" deb nomlangan maqolasini yuboradi. Eynshteynning kvantlar $\frac{h\nu}{c}$ impulsga ega zarralardir degan tasavvuridan, Sakkura - Tetrode gipotezasidan (bu ismlarini de Broyl ham, Boze ham tilga olishmagan) hamda elementar fazoviy hajm kattaligidan foydalangan holda Boze holatlariga ko`ra ob`ektlarni (olingan holda yorug`lik kvantlarini) taqsimotini statistik hisoblashning yangi usulini kiritadi. Boze kvantlar o`zining taqsimotini emas, chunki kvantlarning o`zini ajratib bo`lmaydi, balki biror kvantga ega bo`lmagan uyachalarni, bitta, ikkita va xokazo kvantlarga ega uyachalarni hisoblaydi. Bunday taqsimotning soni quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\frac{A^s!}{p_0^s! p_1^s! p_2^s!},$$

bu yerda $A^s = \frac{8\pi\nu_s^2}{c^3} d\nu_s$, p_0^s – bo`sh uyachalar soni, p_1^s – bitta kvantga ega uyachalarning soni, p_2^s – ikkita kvantga ega uyachalar soni, va x.k. Bundan Boze, eng extimol holatni aniqlab, Plank formulasini topadi.

Boze maqolasi Eynshteynni qiziqtirib qoladi va u maqolaning ohirida o`zining izohini qo`shadi: "Boze tomonidan taklif qilingan Plank formulasining chiqarilishi, mening fikrimcha, juda katta muvaffaqiyatdir. U qo`llagan usul, shuningdek, ideal gazning kvant nazariyasini ham beradi, bu haqda men keyinchalik bayon etaman".

Erenfest o`rtoqlariga aytib berishicha, Boze maqolasini o`qiy boshlaganida uni avvaliga ma`qul deb topmagan. Ammo so`ngida joylashtirilgan Eynshteynning izohini o`qib, o`ziga o`zi: "Paul, sen nimanidir tushunmading" degan ekan. Eynshteyn o`zining so`zidan chiqadi va 1924 - 1925 yillarda bir atomli ideal gaznig kvant nazariyasiga doir bir qator maqolalar bosib chiqaradi. Boze statistikasiga Eynshteynning qo`shgan xissasi shunchalik sezilarli bo`ldiki, hozirda ushbu statistikani Boze - Eynshteyn statistikasi deb atashadi. Bu maqolalardan, yangi g`oyalar qanday mashaqqat bilan o`ziga yo`l ochishini ko`rish mumkin. Eynshteyn "Erenfest va boshqa hamkasabalar Bozening nurlanish nazariyasini va mening ideal gaz nazariyamni ham tanbehlaydilar" deb ko`rsatadi va tanqidlarga javob bergan holda yangi nazariyaga aniqliklar kiritadi va rivojlantiradi. Bunda Eynshteyn 1909 yildayoq yorug`lik maydonining interferension flyuktuasiyalarini ko`rib chiqqani uchun bunday flyuktuasiyalar haqidagi tasavvurni gaz nazariyasiga ham kiritadi va "bu yerda nafaqat oddiy o`xshashlik haqida gap ketayotgani yo`q" deb hisoblaydi.

"Qanday qilib material zarraga yoki material zarralarning tizimiga skalyar to`lqinli maydonni qarama-qarshi qo`yish mumkinligini har qanday e`tiborga loyiq o`zining ishida L.de Broyl ko`rsatgandi" deb yozadi Eynshteyn va bunda de Broylning doktorlik dissertasiyasini dalil qilib ko`rsatadi.

Eynshteyn de Broylning g`oyalarini qo`llab-quvvatlagan va o`zining bir atomli ideal gaz kvant statistikasiga doir tadqiqotlarida keng qo`llagan dastlabki yirik fiziklaridan biri edi.

De Broyl nazariyasiga Bor va uning "kopengagencha maktabi"dagi xodimlarining munosabati o`zgacha edi. Bor, Geyzenberg, Paulilar yo`lni ko`rgazmalilikdan uzoq, ammo kuzatilayotgan faktlarni aniq tasvirlab beruvchi matematik sxemalarni tuzish yo`nalishda axtarayotgandilar. Bunday matematik sxema 1925 yili Geyzenberg tomonidan topilgandi. Bunda Geyzenberg o`zining "Kinematik va mexanik munosabatlarni kvant nazariyali talqin qilinishi haqida" maqolasiga berilgan annotasiyasida "faqatgina prinsipial kuzatiladigan kattaliklar munosabatlariga" asoslanganligini ta`kidlaydi. 1925 yil 29 iyunda "Zeitschrift für Physik" muharririyatiga berilgan maqolasida Geyzenberg "elektronning vaziyatlari, aylanish davri kabi hanuzgacha kuzatib bo`lmaydigan kattaliklarni kuzatishdan umidini uzishga" va "faqatgina kuzatiladigan kattaliklar orasidagi munosabatlarni ko`rish mumkin bo`lgan, biroz bo`lsada klassik mexanikasiga o`xshash kvantli-nazariy mexanikani yaratishga" urinishni taklif qiladi.

Qayd etib o`tish lozimki, Geyzenbergning "hanuzgacha kuzatilmayotgan kattaliklardan" voz kechish haqidagi bu da`vati Max va Ostvaldlarning "kuzatilmaydigan atom va elektronlardan voz kechish" da`vatiga o`xshab ketadi. Geyzenberg, xali gap elektronning "kuzatilmaydigan" vaziyati va tezligi tushunchasidan voz kechishi haqida emas, balki mikroolamga taalluqli bo`lgan "kuzatish" tushunchasining o`ziga aniqlik kiritish lozimligini tushunib yetmagandi. Shuningdek, Geyzenberg maqolasida kvantli-nazariy kattaliklarni ifodalash uchun taklif qilgan matematik sxema matritsali algebra ekanini xali bilmagan. Buni Geyzenbergning ustozi M.Born ko`rsatadi, ular P.Iordan bilan birga 1925 yil 27 sentyabrda "Zeitschrift für Physik"ga garmonik ossillyatorning matritsali nazariyasi haqidagi maqolani taqdim etishgandi.

Xuddi shu yilning oktyabrida V.Pauli yangi nazariya bo`yicha vodorod atomi muammosini qayta ishlab chiqdi. 1925 yil 26 noyabrida Born va Iordanlar "Zeitschrift für Physik"ga kvant mexanikasining umumiy matematik nazariyasi"ni taqdim etdilar. Xuddi shu, 1925 yilda P.Dirak kuzatiladigan kattaliklar va holatlar uchun maxsus simvolik algebrani rivojlantirgan holda o`zining yangi mexanika sxemasi bilan chiqadi. Muhimi shundaki, Dirak, Geyzenbergning maqolasi bilan bosilmasdanoq tanishib chiqqadi (Geyzenberg unga preprint yuborgandi) va Geyzenbergning uslubiyatiga emas, balki atom tizimini ifodalashda ishlatilgan kattaliklarining ko`paytmalari kommutativligi tamoyili buzilganligiga e`tibor qiladi. "Geyzenbergning eksperimentlar natijalari bilan kuchli bog`langan kattaliklar asosida nazariyani tuzish haqidagi fikrdan ko`ra bu narsa haqiqatdan ham muhimroq edi. Shuning uchun men o`zimning e`tiborimni nokommutativligiga qaratdim, bu g`oyani nazariyaga joylashtirish uchun shu paytgacha insonlar foydalanib kelgan oddiy dinamikani qanday qilib o`zgartirish mumkinligini tushunib yetishga harakat qildim... Nokommutativligini kiritish uchun dinamikaning Gamiltoncha shakli eng mos keluvchi shakli, shuningdek, bu fikrlarni uyg`unlashtirish uchun vosita axtarishda osongina hal etiladigan masala bo`ldi" deb hotirlaydi keyinchalik Dirak.

Spin kashf qilinishi

1925 yilda fizikaga spin haqidagi yangi fundamental tushunchasi kiritilgandi. Bu tushuncha 1925 yilning yozida Leydenda Erenfestda ishlagan Ulenbek va Gaudsmitlar tomonidan kiritilgandi. Bu vaqtga kelib, V.Pauli o`z ichiga uning nomini olgan ta`qiq tamoyilining formulirovkasini mujassamlashtirgan o`zining ishini bostirib chiqargandi. Pauli, elektronning kvantli holati uchta bilan emas, balki to`rtta kvant sonlari bilan ifodalanishini, va bu holatda faqat bitta elektron bo`lishi mumkinligini ko`rsatdi. Tamoyilining tasnifini o`z ichiga olgan Paulining maqolasi "Zeitschrift für Physik" da 1925 yilning bahorida bosilib chiqdi. Undan oldinroq, "Die Naturwissenschaften" jurnalining dekabrdagi sonida Pauli, elektron holatini tasniflash uchun to`rtta kvantli son: bosh kvantli son *n*, azimutal kvantli son *l* va ikkita magnit sonlar m_1 va m_2 kerak bo`lishini ko`rsatgandi. Gaudsmit Ulenbekga bu maqola haqida aytadi. Buni eshitgan Ulenbek, elektron yana bitta erkinlik darajaga ega bo`lishi lozim, u elektronning aylanishiga (spinga) mos kelishi kerak degan fikrni bildiradi.

"Uning spin haqidagi mulohazasidan keyin biz, nima uchun m_1 har doim +½ yoki –½ ga teng bo`lishini darhol tushunib yetdik. Undan so`ng biz, agar elektronning magnit momentini Borning butun bir magnetoniga teng qilib olsak, Zeemanning barcha parchalanish hollari tushuntirilishini ko`rdik. Undan tashqari, spin vodorod spektriga doir bizning yangicha talqinimizga butkul mos tushishi ayon bo`ldi" deb yozadi Gaudsmit.

Erenfest zudlik bilan Ulenbek va Gaudsmitlarning maqolasini "Die Naturwissenschaften"ga yuboradi. U 1925 yildagi jurnalning 13-sonida paydo bo`ldi. Ulenbek Lorens bilan maslahatlashib ko`radi hamda gipoteza talab etilgan momenti uchun elektronning ekvatordagi aylanish tezligi yorug`lik tezligidan katta bo`lishini aniqlaydi va maqolani qaytarib olmoqchi bo`ladi, ammo kech bo`lib qolgandi.

Pauli Ulenbek va Gaudsmitlarning maqolasini o`ta tundlik bilan kutib oldi. Undan oldinroq u Kronig tomonidan xuddi shunga o`xshash fikrni bildirgan g`oyasiga ham salbiy munosabatda bo`lgandi.

Bor va Geyzenberglar, aksincha, yangi gipotezaga katta qiziqish bildirdilar, va Tomas spin gipotezasi asosida dublet parchalanish qiymatini hisoblab chiqqandan so`ng Pauli o`z e`tirozlarini qaytarib oldi.

Shunday qilib, 1925 yil Geyzenberg va Diraklarning kvant mexanikasi tug`ilish yili, Boze - Eynshteynning yangicha kvant statistikasining tug`ilish yili, Pauli tamoyili va spin gipotezasi tug`ilish yillari bo`lib chiqdi.

Zamonaviy fizikaning faol namoyondalaridan biri Volfgang Pauli 1900 yil 25 aprelda Shveytsariyada tug`ildi. U Myunxen universitetini tugatgan, va talabalik chog`laridayoq Matematik ensiklopediyada 1921 yilda bosilib chiqqan "Nisbiylik nazariyasi" maqola-monografiyani yozgan.

Bosilib chiqqan ishining muvaffaqiyati uni alohida kitob shaklida bostirib chiqarishga undadi, u A.Zommerfeldning so`zboshisi bilan ta`minlanib, xuddi shu, 1921 yili bosilib chiqdi. Uning ruscha o`girmasi 1947 yilda chiqdi.

Universitetni bitirgandan so`ng Pauli Gettingenda (1921 - 1922), Kopengagenda (1922 - 1923), Gamburgda, va 1927 yildan boshlab, Syurixda, Oliy texnika bilim yurtida (politexnikumda) ishladi. Pauli tamoyili topilishi D.I.Mendeleevning kimyoviy elementlarning davriy sistemasini tushuntirilishiga kalit berdi, spin ochilishi bilan birga esa, yarim butun spinga ega zarralarning kvant statistikasining yangi shakliga asos bo`ldi. Bu statistika E.Fermi tomonidan yaratilgandi, bu haqda u 1926 yil 6 fevraldagi kichik bir lavhad va 1926 yil 26 martda bosilib chiqqan "Ideal gazni kvantlanishiga doir" maqolalarida xabar beradi. Dirakning maqolasi ham Londonlik qirollik jamiyatiga xuddi shu yilning 26 avgustida taqdim etilgandi. Shunday qilib, 1926 yil Fermi - Dirak statistikasining yaratilish yili bo`ldi.

Paulining tamoyili kashfiyoti 1945 yili Nobel mukofotiga sazovor bo`ldi.

1931 yili Pauli yangi zarra haqida gipoteza bildiradi, u Fermi taklifiga ko`ra "neytrino" deb nomlandi.

Pauli 1958 yili 16 dekabrida vafot etadi.

Geyzenberg va Shredingerlarning mexanikasi

Kvant mexanika yaratilish tarixiga qaytaylik. Geyzenberg - Born - Iordanlarning matritsali mexanikasida klassik mexanikadagi kanonik o`zgaruvchan $q$ va $p$ lariga matritsalar $\bar{q}$ va $\bar{p}$ lar mos keladi. Muhimi shuki, matritsalarning ko`paytmalari joy o`zgarish qonunini qoniqtirmagan, faqat joy almashish munosabati o`rinli bo`lgan:

$$\bar{\bar{p}}\bar{\bar{q}} - \bar{\bar{q}}\bar{\bar{p}} = \frac{h}{2\pi i}.$$

Biz ko`rganimizdek, Dirak bu munosabatga alohida e`tibor qaratdi, "kopengagenliklar" uning ahamiyatini keyinroq, kvant nurlanishining matematik sxemasi tuzilganidan so`nggina tushunib yetishdi.

Cheksiz matritsalar ustidan amallar bajarib, Geyzenberg, Pauli, Born va Iordan atom mexanikasining bir qator masalalarini hal qilishdi. Keyinchalik Geyzenberg kvant mexanikasining ushbu boshlang`ich davri haqida "Matematika kutilmaganda o`zini "fizika"dan aqlliroq namoyon etdi; va bu yerda biz yana bir karra nazariy fizikada bo`ladigan hodisani, ya`ni, bunday matematika yordamida yangi kashfiyotlar iziga tushish mumkinligini uchratib turibmiz" deb yozadi.

"Keyinchalik Born, Iordan va Diraklar shunga o`xshash matematikasining ichki strukturasiga to`liq kirib ketishga va matematik sxemani atomning hisob-kitoblariga muvaffaqiyat bilan tadbiq etishga erishishdi" deb davom etadi Geyzenberg. Geyzenberg kvant mexanikasining matematik sxemasini qayta ishlashida Born, Iordan, shuningdek, Diraklarning hizmatlarini alohida ta`kidlab o`tadi. "Born va Iordanlarning ishlarida matritsali mexanika ilk bor tugallangan matematik sxemaga aylandi" deb yozadi u.

Ushbu matematik nazariya ketidan umuman yangi narsalarga asoslangan atom jarayonlarining boshqacha nazariyasi yaratila boshlandi. 1926 yilning boshlarida "Annalen der Physik" jurnalida "Xususiy qiymatlarni kvantlash muammolari" mavzusidagi Shredingerning ikkita (1926 yilning 27 yanvarida va 23

fevralida) maqolalari paydo bo`ldi. Xuddi shu yilning 18 martida "Geyzenberg - Born - Iordanlarning mexanikasi bilan mening mexanikam orasidagi munosabati haqida" maqolasi kelib tushdi. "Xususiy qiymatlarni kvantlash muammolari" siklidagi uchinchi xabar 1926 yilning 10 mayida, xuddi shu sikldagi to`rtinchi, ohirgi xabar 1926 yilning 21 iyunida kelib tushdi. Shredinger "Annalen der Physik"da bosilib chiqqan barcha ishlarni to`pladi, ularga "Die Naturwissenschaften"da bosilgan "Mikro- dan makromexanikaga uzluksiz o`tish" nomlangan uncha katta bo`lmagan lavhani qo`shdi va 1927 yili "To`lqinli mexanikaga doir maqolalar" umumiy sarlavhasi ostida alohida kitob shaklida chiqardi.

Shredingerning bu fikrlari de Broyl g`oyalari hamda Gamiltonning optik-mexanik analogiyasi (o`xshashligi) asosida kelib chiqqandi. Ushbu analogiyaga binoan geometrik optikaga o`sha geometrik optikaning qonunlari yorug`lik nurlari shaklini aniqlab berganidek, zarraning traektoriyasini aniqlab beruvchi klassik mexanikadagi tenglamalar mos kelardi. Geometrik optika kichik to`lqin uzunliklarga o`rinli bo`ladi; to`lqin uzunliklarni inobatga olmasa bo`lmaydigan darajada katta bo`lganda, to`lqinli tenglamalar bilan ifodalanuvchi to`lqinli optika qonunlari kuchga kiradi.

Makroob`ektlar uchun de Broylning to`lqin uzunliklari $\lambda = \frac{h}{m\upsilon}$ juda kichik, va ularning harakati klassik mexanika qonunlari bilan bayon etiladi. Ammo mikroob`ektlar uchun to`lqin uzunligini inobatga olmaslik mumkin emas va ularning harakatlanish qonuni optikadagi to`lqin tenlamasiga o`xshash tenglama bilan ifodalanishi zarur.

Bunday tenglamaning shaklini Shredinger quyidagi ko`rinishda topadi:

$$div\, grad\, \psi + \frac{8\pi^2 m}{h^2}(E - V)\psi = 0\,.$$

Matematik nazariya ko`rsatishicha, tenglama shakli bajarilishi lozim bo`lgan amallar qo`llanishini talab etilishi va chegaraviy shartlarni qoniqtiruvchi yechimi xarakteristik yoki xususiy qiymatlari deb nomlanuvchi parametr *E* ning faqatgina ma`lum qiymatlaridagina yechimi chiqishi mumkindir. Ushbu qiymatlariga mos keluvchi yechimlar xarakteristik yoki xususiy funksiyalar deb nomlanadi. Bu esa, umuman olganda, ushbu tenglamalar o`z ichiga kvant shartlarini o`z ichiga qamrab olgan degan ma`noni anglatadi. Shunday qilib, kvantlashning sirli muammosi matematikada yaxshi tanilgan xususiy qiymatlar muammosiga aylandi.

Endi to`lqinli funksiyaning ma`nosini izohlash qolgandi. Kvantli sakrashlardan forig` bo`ldim degan fikrlardan o`zicha ruhlangan Shredinger funksiya $\psi$ ning ko`rgazmali izohlanishini bermoqchi bo`ladi. To`lqinli funksiyalarning ustma-ust tushirilishi natijasida "to`lqinli paket" hosil bo`ladi, uning fikricha, u aynan harakatlanayotgan mikrozarrani ifodalaydi. Eslatib o`tamiz, de Broyl fikriga ko`ra, to`lqin guruhining tezligi zarra tezligiga tengdir. Ammo ikkita zarra uchun bu ko`rgazmali izohlanish mumkin emas. Bu yerda ψ funksiya orqali ifodalanayotgan "to`lqinlar" oddiy, uch o`lchamli fazodagi "to`lqinlar" emas, balki ular abstrakt, konfigural fazodadir. Undan tashqari, "to`lqinli paket" vaqt o`tishi bilan yoyilib ketadi. Shuning uchun 1926 yilda Born ψ ning boshqacha,

extimolli izohlanishini taklif qiladi. ψ modulining kvadrati zarraning ushbu nuqtada mavjudligining extimolli zichligini beradi.

Ta`kidlab o`tish lozimki, Shredinger umrining ohirigacha bu dunyoda yagona reallik - bu to`lqindir va hech qanday kvantli sakrashlar mavjud emas deb fikrlab kelgan (u kiritgan "to`lqinli mexanikasi" atamasi ham shundan kelib chiqqan).

Bor, Geyzenberg, Born va shu maktabining asoschisi bo`lmish Nils Borning yashash joyi nomidan olingan kopengagen maktabining boshqa fiziklari fizikaviy izohlanishining negizi sifatida yahlit va turg`un (barqaror) bo`lgan zarrani olishgan. Ammo bu zarraning hulq-atvori klassik mexanikadagi zarraning hulq-atvoridan farq qiladi.

1927 yilning 23 martida "Zeitschrift für Physik" jurnali tahririyatiga V.Geyzenbergning "Kvant-nazariy kinematikasi va mexanikasining ko`rgazmali mazmuni haqida" maqolasi kelib tushadi. Bunda zarralarning yangicha tushunilishidagi asosiy tamoyil bo`lmish noaniqlik tamoyilining tasnifi berilgandi.

Xuddi shu yilning kuzida Italiyada, Komo shahrida Volta yubileyi nishonlanishi marosimida N.Bor "Kvant postulati va atom nazariyasining eng yangicha rivojlanishi" ma`ruzasini o`qiydi. Bor darhol Geyzenberg ishining ahamiyatini sezdi va tabiatni yangicha tushunishning asosiy tamoyili sifatida qo`shimchalik tamoyilini shakllantirib berdi.

Komoda bo`lib o`tgan kongressidan so`ng tez orada, 1927 yilning oktyabr oyida Bryusselda "Elektronlar va fotonlar" mavzusida 5-nchi Solvey kongressi bo`lib o`tadi. Bu yerda yangicha nuqtai nazar Eynshteyn tomonidan tanqid qilindi, u, keyinchalik Bor yozishicha, "kvant mexanikasida fazo va vaqtni sababiy talqin etilishidan ancha uzoqlashganidan chuqur havotirda ekanini ifodalagan". Fizikaning ikkita peshqadami - Bor va Eynshteyn - turli tarafda bo`lib qolishi faktining o`zi tabiatni tushunib yetishdagi sodir etilayotgan o`zgarishlar qanchalik chuqur ekanligini ko`rsatadi.

Bor, Geyzenberg va kopengagen maktabining boshqa vakillari taqdim etgan yangicha tushuncha "biz uchun yaqqol" tushunchasidan shunchalik uzoqlashib ketgandiki, xatto Bor zamonaviy nazariyani tushunib yetish uchun "etarlicha telbaroq" bo`lish zarurligi fikrini bildirdi. Barcha fiziklar tomonidan shak-shubhasiz qabul qilinayotgan yagona narsa - bu matematik bayoni bo`ldi.

Yangi g`oyalarning paydo bo`lishi fizika va falsafada keskin munozaralarni keltirib chiqardi. Yagona nuqtai nazarga hanuzgacha erishilmagan. Ammo noaniqlik tamoyili va kvant mexanikasining qonunlari barcha fiziklar tomonidan tabiatning asosiy qonunlari sifatida qabul qilinmoqda. Farqlanishlar ushbu qonunlarni falsafiy nuqtai nazaridan izohlanishlarida boshlanadi. Dialektik materializm nuqtai nazaridan tabiatni bilishligidagi yangi yo`l olamning ob`ektiv dialektikasiga chuqurroq kirib borilishini anglatadi.

Yakun sifatida yangi mexanikani yaratilishiga sezilarli xissa qo`shgan ikkita fiziklarining qisqacha tarjimai hollarini keltiramiz.

Ervin Shredinger 1887 yil 12 avgustda tug`ilgan. Universitetni u Venada tugatgan va 1914 yildan 1920 yilgacha ushbu universitetining o`qituvchisi bo`lgan. 1920 yildan 1927 yilgacha u Shtutgartda, Syurixda, Breslau (Vrotslav) da, 1927

yildan boshlab - Berlindada ishlagan. Hukumat tepasiga gitlerchilar chiqib olganlaridan so`ng u Angliyaga ketadi u yerda 1933 - 1935 yillarda Oksfordda ishlaydi. 1936 yildan 1938 yilgacha u Avstriyada yashaydi, uni gitlerchilar egallaganlaridan so`ng Belãiyaga ketadi. Belãiyaning ishg`ol qilinishi uni Irlandiyaga ketishga majbur qiladi, u yerda u 1940 yildan 1956 yilgacha Dublin universiteti professori edi. 1956 yildan Shredinger - Venadagi universitetining professori va Avstriya fanlar Akademiyasining a`zosi. Shredinger 1960 yil 4 yanvarda vafot etadi.

1933 yili Shredinger kvant mexanikasining boshqa bir yaratuvchisi, ya`ni, Pol Dirak bilan birga Nobel mukofotiga sazovor bo`ladi. 1934 yilda boshqa davlatlarning fanlar Akademiyalariga chet el a`zosi etib saylanadi.

Maks Born 1882 yil 11 dekabrda tug`ilgan. 1909 yildan boshlab u - Gettingen universitetining privat-dotsenti, 1919 yildan Frankfurt-na-Maynedagi universitetining professori, 1921 yildan - nazariy fizikaning yetakchi markazlaridan biriga aylangan Gettingen universtitetining professoridir. Bu yerga Amerika va Yevropaning fiziklari tashrif buyurishardi.

Bornning o`zi 1913 yildan boshlab qattiq jismning dinamik nazariyasini rivojlantirgan, 1925 yildan esa uning ilmiy qiziqishlari yangi, kvant mexanikasiga qaratildi. 1934 yildan u ham boshqa davlatlarining fanlar akademiyalariga chet el a`zosi etib saylanadi. Bu vaqtga kelib u fashist Germaniyadan Angliyaga emigrant bo`lib ketadi va u yerda avval Kembridjda, 1936 yildan esa, Edinburgda nazariy fizika kafedrasini egallaydi. 1954 yilda Born Nobel mukofotini oladi. Nobel mukofotini olishda so`zlagan "Kvant mexanikasining statistik interpretasiyasi" ma`ruzasi Angliyada 1956 yilda bosilib chiqqan "Mening avlodim hayotidagi fizika" kitobida bosilib chiqdi. Born 1970 yil 5 yanvarda vafot etgan.

VII BOB. 1918 - 1938 yillarda YADRO FIZIKASINING RIVOJLANISHI

Atom energetikasining boshlanishi. Izotoplarning kashf qilinishi

Urushdan keyingi yillarida urush tufayli uzilib qolgan yadroviy fizikasiga doir tadqiqotlar qayta davom eta boshladi. Kembridjda J.J.Tomson urushdan oldin musbat nurlar ustida boshlab qo`ygan tadqiqotlarini davom ettirdi.

J.J.Tomson o`qi bo`ylab kanal parmalab o`tkazilgan metall silindr shaklidagi katodga ega razryadli naycha bilan ishlardi. Naychaning katoddan oldingi qismidan ekran yoki fotoplastinkaga tushadigan musbat nurlarining ingichka dastasini o`tkazishgan. Dasta qutblardan ajratilgan va kondensator qatlamlari vazifasini bajaruvchi temir plastinkalari bilan ta`minlangan elektromagnit qutblari orasidan o`tgan. Chulg`amga tok ulanib, plastinalarga elektr kuchlanish qo`yilganda kanaldagi zarralarga parallel elektr va magnit maydonlar ta`sir etilardi. Bir xil solishtirma zaryad $\frac{e}{m}$, ammo turli tezliklariga ega barcha zarralar plastinkada parabola kesimi ko`rinishidagi izni qoldirgan (parabolalar usuli). Parabolalarning ko`rinishiga qarab zarraning solishtirma zaryadi haqida hulosa chiqarsa, binobarin, ularning tabiatini aniqlasa bo`ladi. Tomson o`zining usulini kimyoviy tahlilning yangicha usuli deb nomladi.

Katodli nurlardan farqli o`laroq, kanaldagi nurlar razryadli naychada mavjud bo`lgan gazning musbat zaryadlangan ionlari bo`lib chiqdi. Turli gazlarni tahlil qilgan Tomson neon uchun qiziq natijani oldi. Bu holda turli intensivlikga ega ikkita parabola kuzatilgan. Nisbatan keskin chiziq 20 ga teng massaga, nisbatan zaifrog`i - 22 ga teng bo`lgan massaga mos kelgan. Tomsonning xodimi Frensis Aston bu yangi gaz 22 ni neondan (uning atom salmog`i 20,2) ajratib olishga harakat qilib ko`rdi, ammo urinish samarasiz bo`lib chiqdi. Urushdan so`ng, 1919 yilda Aston bu urinishlarga yana qaytadi va ilk bor mass-spektrografni quradi. Dastlabki tajribalardayoq u neonning izotoplari 20 va 22 ni, xlorning 35, 36, 37, 38 larini, kripton, simob va boshqa elementlarinig izotoplarini qo`lga kiritadi.

Boshqacha konstruksiyadagi mass-spektrograf AQShda Dempster (1886 - 1950) tomonidan 1918 yilda qurildi. Dempster Chikagoda Rayyerson laboratoriyasida ishlagan, unda elektron zaryadini aniqlash va fotoeffektga doir klassik ishlari bilan mashhur bo`lgan Robert Endryus Milliken ham ishlagandi. Ushbu tadqiqotlar uchun 1923 yilda Milliken Nobel mukofotini olgandi. A.F.Ioffe o`zining elementar elektr effektiga doir tajribalarida "millikencha kondesator" usulidan unumli foydalangandi.

Qayd etib o`tish joizki, Millikenning elektr zaryadning kasr qismi mavjud bo`lishi, ammo kuzatilmasligi haqidagi xulosasi venalik fiziklari bir guruhi tomonidan bahslarga olib kelgandi, ular elementardan kichik bo`lgan zaryadga ega "subelektronlar"ni topishganligini ta`kidlardilar. Subelektronlar haqidagi munozara Millikenning birinchi tajribalaridan, 1911 yildan 1925 yilga qadar davom etib kelindi. Ammo Milliken g`alabasi bilan yakunlandi. Lekin aytib o`tish lozimki, u topgan elementar zaryad qiymati $e = (4{,}774 \pm 0{,}005) \cdot 10^{-10} СГСЭ_Q$ keyinchalik havoning qovushoqligi noto`g`ri aniqlanganligi tufayli tanqidga uchradi va hozirda qabul qilingan qiymat $e = 4{,}803242 \cdot 10^{-10} СГСЭ_Q$ ga teng, ammo "elektr atomi" mavjudligi effekti aniq topilgan deb hisoblanadi.

"Kvarklar", ya`ni, kasr zaryadga zarralar haqidagi gipoteza tajribada hanuzgacha isbotlanmadi. Haqiqatga ko`chadigan bo`lsak, ohirgi paytlarda elementar zarralar fizikasidagi erishilgan yutuqlari tufayli "kvarklar" muammosi yechisida ma`lum siljishlar kuzatila boshlandi. Kvark modeli olimlarga adronlar, ya`ni, kuchli o`zaro ta`sirlashuvlarda ishtiroq etuvchi qisqa muddatga yashovchi barqaror bo`lmagan zarralar olamidagi "davriylikni tushuntirib berishi mumkin. Ko`pgina bilvosita eksperimental faktlar "kvarklar" foydasiga yon bosadilar. Ammo hozircha ularni erkin holda ajratib olish imkoni bo`lmayapti.

Ayrim nazariyotchilar buni qilib bo`lmasligi haqida gapirishadi, chunki "kvarklar" orasida ta`sir etuvchi kuchlar ular o`zaro uzoqlashgan sari ortib boradi deb hisoblashadi.

"Kvarklarni" erkin holda ajratib olish imkoniyati haqidagi masalani hal etish uchun, shuningdek, elementar zarralar fizikasining ko`pgina boshqa sirlarini hal etish uchun yanada kuchliroq tezlatgichlar, yanada takomillashgan kompþterlar yaratilmoqda. Mutaxassislar bu mukammal asboblarga umid bog`lamoqdalar va tez orada "kvarklar" siri ochilishini kutmoqdalar.

Yadro parchalanishi

Barqaror elementlarning izotoplarini kashf qilinishi, elementar zaryad o`lchashlarining aniqligini oshirish urushdan so`nggi (1917 - 1918) fizikasining dastlabki muvaffaqiyatlari bo`ldi. 1919 yilda hammani hayratga soladigan kashfiyot - yadroni sun`iy ravishda parchalanishi amalga oshirildi. Bu kashfiyot Rezerford tomonidan Kembridjda, Kavendish laboratoriyasida qilindi, Rezerford xuddi shu, 1919 yili mazkur laboratoriyaga rahbarlik qilaboshlagandi.

Rezerford α-zarralarning yengil atomlar bilan to`qnashishini o`rganardi. α-zarralarning bunday atomlarning yadrolari bilan to`qnashganda ularni tezlashtirishi lozim edi. Masalan, $\alpha$-zarra vodorod yadrosiga kelib urilganda o`zining tezligini 1,6 marta oshiradi va yadro α-zarradan uning 64% energiyasini tortib oladi. Bunday tezlashgan yadrolar oltingugurtli ruhdan yasalgan ekranga tushganda hosil qiladigan ssintillyasiyalaridan osongina oshkor bo`ladi. Ularni haqiqatdan ham 1914 yilda Marsden kuzatgan.

Rezerford Marsdenning tajribalarini davom ettirdi, ammo o`zi qayd etganidek, ushbu tajribalar "kundalik yumush va urush bilan bog`liq ish imkon bergandagina, vaqtning anchagina betartib oraliqlarida bajarilardi...". "Ayrim holda tajribalarni juda uzoq muddatga to`xtatib qo`yishga ham to`g`ri kelardi". Faqatgina urush tugagandan so`ng tajribalar muntazam o`tkaziladigan bo`ldi va ularning natijalari 1919 yilda "$\alpha$-zarralarning yengil atomlari bilan to`qnashishlari" umumiy sarlavhasi ostidagi to`rtta maqolasida bayon etildi.

Rezerford tomonidan bunday to`qnashishlarni o`rganishda ishlatilgan asbobi uzunligi 18 sm, balandligi 6 sm va egni 2 sm bo`lgan jez kamera ko`rinishida edi. α-zarralarning manbasi sifatida aktiv modda bilan qoplangan metall disk xizmat qilardi. Disk kameraning ichiga joylashtirilgan va oltingugurtli ruhdan yasalgan ekrandan turli masofalarda o`rnatilishga imkoni bo`lgan, ekranda mikroskop yordamida ssintillyasiyalar kuzatilgan. Kamera turli gazlar bilan to`ldirilishi mumkin bo`lgan.

Quruq kislorod yoki karbonat angidrid gazi kiritilganda gaz qatlami tomonidan α-zarralarning yutilishi sababli ssintillyasiyalar soni kamaygan. "Ammo apparatga quruq havo kiritilganda kutilmagan effekt yuz berdi. Kamayish o`rniga ssintillyasiyalar soni ko`paydi, va havoning yutish qatlami taxminan 19 sm qalinligida mos kelishi lozim bo`lgan ssintillyasiyalar soni vakuumdagiga nisbatan 2 marta ko`p kuzatildi. Bu tajribadan ayon bo`ldiki, $\alpha$-zarralar havodan o`tayotganda kattaroq yugurib o`tish uzunliklariga mos keluvchi ssintillyasiyalarni beradi, ularning yorqinligi ko`z uchun *H*-ssintillyasiyalar yorqinligiga teng bo`lib ko`rinadi" deb yozadi Rezerford to`rtinchi maqolasida. Kislorod va karbonat angidrid gazlarida bunday effekt kuzatilmagani uchun katta extimollik bilan bu effekt azot mavjudligi bilan bog`liq deb ta`kidlash mumkin.

Kamera yaxshilab quritilgan sof azot bilan to`ldirilgan. "Sof azotda katta yugurib o`tish yo`liga mos keluvchi ssintillyasiyalar soni havoga nisbatan ko`proq bo`ldi". Shunday qilib, "katta yugurib o`tish yo`liga ega ssintillyasiyalar azotga taalluqli ekani aniqlandi".

Ammo, ssintillyasiyalarni keltirib chiqaruvchi katta yugurib o`tish yo`liga ega α-zarralar "α-zarralarning azot atomlari bilan to`qnashishidan hosil bo`lishi"ni isbotlash ham zarur edi.

Ko`psonli tajribalarni o`tkazish orqali Rezerford, bu haqiqatdan ham shunday ekanini hamda bunday to`qnashishlar natijasida *H*-atomlarniki kabi maksimal yugurib o`tish yo`li 28 sm bo`lgan zarralar hosil bo`lishini ko`rsatdi. "Hozirgacha olingan natijalardan α-zarraning azot bilan to`qnashishidan hosil bo`lgan katta yugurib o`tish yo`liga ega atomlar azot atomlari emas, bu extimol, balki vodorod atomi yoki massasi 2 ga teng atomlaridir degan xulosadan qutulish qiyin. Agar bu haqiqatdan ham shunday bo`lsa, unda biz azot atomi tezkor -zarra bilan to`qnashganda yuzaga keladigan ulkan kuchlar ta`sirida parchalanadi va ozod etilgan vodorodli atom atomning tarkibiy qismini tashkil etadi degan xulosaga kelishimiz lozim" deb yozadi Rezerford.

Shunday qilib, tezkor α-zarralarga urilishidan azot yadrolari parchalanishi hodisasi kashf qilingan va ilk bor vodorod atomi atomlar yadrolarining tarkibiy qismini tashkil etishi haqida fikr bildirilgan edi. Keyinchalik Rezerford yadroning ushbu tarkibiy qismini "proton" atamasi bilan nomlashni taklif qiladi. Rezerford o`zining maqolasini quyidagi so`zlar bilan tugatardi: "Umuman olganda, natijalar shuni ko`rsatadiki, agar tajribalarimizda $\alpha$-zarralar yoki unga o`xshash yanada kattaroq energiyaga ega tez harakatlanuvchan zarralardan foydalansak unda ko`pgina yengil atomlarining yadroviy strukturalari buzilishini aniqlashimiz mumkin bo`lardi".

1920 yil 3 iyunda Rezerford "Atomning nuklear tuzilishi" umumiy sarlavhasi ostidagi Bakerian deb nomlanmish ma`ruzasini o`qidi. Ushbu ma`ruzada o`zi o`tkazgan $\alpha$-zarralarning atom yadrolari bilan to`qnashishiga va azot yadrolarining parchalanishiga doir tadqiqotlari natijalari haqida axborot berar ekan, Rezerford parchalanish mahsuli tabiati haqida mushohada yurg`izib, massalari 3 va 2 yadrolar hamda vodorod massasiga, ammo zaryadi nolga teng yadrolarning mavjudligini taxmin qiladi. Bunda u ilk bor Mariya Sklodovskaya-Kyuri tomonidan bildirilgan atom yadrolari tarkibiga elektronlar kirishi haqidagi gipotezasidan kelib chiqqandi.

Rezerford yozadiki, "bitta elektron ikkita *H*-yadroni va, extimol, xatto bitta *H*-yadroni bog`lashi mumkinligi menga haqiqat bo`lib tuyulayapti. Agar birinchi taxmin to`g`ri bo`lsa, unda massasi 2 va bitta zaryadga ega atomning mavjudligi extimoldan xoli emas. Bunday moddaga vodorod izotopi sifatida qaralmog`i lozim. Ikkinchi taxmin massasi 1 va nolga teng nuklear zaryadga ega atomning mavjudligi haqida fikr uyg`otadi. Bunday tuzilmalar mavjudligi bo`lishi mumkin... Bunday atom butkul fantastik xususiyatlarga ega bo`lardi. Yadroga eng yaqin joylashgan sohalaridan tashqari uning tashqi maydoni amalda nolga teng bo`lishi lozim; shuning uchun u materiyadan erkin o`tib ketaoladigan xususiyatga ega bo`lishi kerak. Bunday atomning mavjudligini, extimol, spektroskopda aniqlash mushkul bo`lardi va uni berk idishda saqlab bo`lmasdi. Ikkinchi tomondan, u atom tarkibiga erkin kiraoladigan va yoki uning yadrosi bilan birikib olishi, yoki

so`nggisining intensiv maydoni orqali tezlashtirilishi, shu bilan birga zaryadlangan *H*-atomga yoki elektronga yoki ikkalasiga ham asos bo`laolardi".

Ana shunday tarzda neytron va vodorodning og`ir izotopi mavjudligi haqidagi gipoteza bildirilgandi. U M.Sklodovskaya-Kyuri taklif qilgan atom yadrolari vodorod atomidan (protonlar) va elektronlardan tuzilganligi haqidagi gipotezasi asosida bildirilgandi.

Ushbu tasavvur xarakteristik yadroviy sonlar *A* va *Z* larni darhol tushuntirib berdi.

Biroq, massa soni *A* va zaryad *Z* soni kabi yadroning xarakteristikalari yetarli bo`lmasdi. 1924 yilda, spin kashf qilinmasidan oldinroq, V.Pauli, yadrolar orbital elektronlar harakatiga ta`sir etuvchi magnit momentiga ega va shu bilan spektral chiziqlarning o`ta nozik strukturasini hosil qiladilar, degan taxminni bildirgandi. Spektrlarning nozik strukturasini spinga bog`liq magnit momenti bilan tushuntirilishi yadrolarni ikki xil turga taqsimlanishiga olib keldi. Butun spinga ega juft turdagi yadrolar Boze statistikasiga, yarim butun spinga ega toq turdagi yadrolar Fermi - Dirak statistikasiga bo`ysunadilar. Shuning uchun, proton-elektronli nazariyasiga ko`ra elektronlar va protonlarning juft sonidan tuzilgan yadrolar Boze statistikasiga, toq sonlilar - Fermi - Dirak statistikasiga bo`ysunishlari shart.

1930 yilda, azot yadrosi, garchi u yadro tuzilishining proton-elektronli nazariyasiga ko`ra 21 ta zarradan (14 proton, 7 elektron) iborat bo`lsada, Boze statistikasiga bo`ysunishi aniqlandi. Ushbu fakt fanda azotli katastrofa (halokat) nomini oldi.

Xuddi shu, azotli katastrofa aniqlangan yili 1927 yili Ellis va Vuster tajribalarini tasdiqlagan L.Meytner va Ortman tajribalarining natijalari e`lon qilindi. Ushbu tajribalar, qalin devorli mikrokalorimetr orqali o`lchalgan β-nurlarning to`liq energiyasi dastlabki va hosil bo`lgan yadrolar energiyasining ayirmalaridan kichik ekanligi, ya`ni, $\beta$-parchalanishda yadro nurlantirayotgan energiyaning bir qismi yo`qolishini ko`rsatdi. Energiya saqlanish qonuniga chidab bo`lmaydigan darajadagi ziddiyat kelib chiqmoqda edi.

Azotli katastrofa muammosining yechimi va β-spektrlarining siri tabiatda neytral zarralar - neytron deb nomlangan og`ir, va Fermi taklifiga ko`ra neytrino, ya`ni, kichik neytron deb nomlangan yengil zarralar mavjudligi tasavvuri asosida hal qilindi.

Neytron kashf qilinishi tarixi

Neytronni kashf qilish tarixi vodoroddagi elektr chaqnoqlar o`tkazishda neytronlarni aniqlashga doir Chedvikning muvaffaqiyatsiz urinishlaridan boshlanadi (Rezerfordning yuqorida aytilgan gipotezasiga asosan). Bilishimizcha, Rezerford atom yadrolarini $\alpha$-zarralar bilan bombardimon qilib birinchi sun`iy yadroviy reaksiyani amalga oshirgandi. Bu usulda bor, ftor, natriy, alyuminiy va fosfor yadrolari bilan ham sun`iy reaksiyalar o`tkazishga muvaffaq bo`lindi. Bunda erkin yugurib o`tish yo`li katta bo`lgan protonlar otilib chiqqan. Keyinchalik neon, magniy, kremniy, oltingugurt, xlor, argon va kaliylarning yadrolarini parchalash

amalga oshirildi. Bu reaksiyalar venalik fizik Kirsh va Pettersonlarning (1924) tajribalari bilan isbotlandi, ular ta`kidlashlaricha, Rezerford va uning xodimlari uddasidan chiqisha olmagan litiy, berilliy va uglerodlarnig yadrolarini ham parchalashga muvaffaq bo`lishgan.

Orada tortishuvlar boshlanib ketdi, bunda Rezerford ko`rsatilgan uchta yadroning parchalanishi yuzasidan peshqadamlikni talashardi. Yaqinda O.Frish, venaliklarining natijalari kuzatuvlarida talabalarning qatnashishlari bilan izohlanishini, ular rahbarlar "ko`ziga yaxshi ko`rinish" maqsadida chaqnoqlar kuzatilmagan joyida ham bor deyilishi oqibatida kelib chiqqandir degan taxminni bildirdi.

1930 yilda Valter Bote (1891 - 1957) va G.Bekkerlar berilliyni poloniyning α-zarralari bilan bombardimon qildilar. Bunda ular berilliy, shuningdek, bor ham juda kuchli o`tuvchan nurlanishni chiqarayotganini qayd etdilar, uni qattiq $\gamma$-nurlanishga o`xshatishadi.

1932 yil 11 yanvarda Iren va Frederik Jolio-Kyuri Parij fanlar Akademiyasi majlisida Bote va Bekkerlar tomonidan kashf qilingan nurlanishni tadqiqot natijalarini bayon qildilar. Ular, ushbu nurlanish "vodorodga ega moddalardan protonlarni urib chiqarishi va ularga katta tezliklar bag`ishlashi mumkin"ligini ko`rsatishdi. Bu protonlarni ular Vilson kamerasida tasvirga olishga muvaffaq bo`lishdi.

1932 yil 7 martda qilingan keyingi xabarda Iren va Frederik Jolio-Kyurilar parafindan berilliyli nurlanish orqali urib chiqarilgan protonlarning Vilñon kamerasida qoldirgan izlarining tasvirlarini ko`rsatishdi.

O`zlarining natijalarini sharhlab, ular "Fotonning yadro bilan elastik to`qnashuvlari tushuntirilishi qiyin bo`lgan taxminlarga olib keladi, ularni izohlash uchun, birinchidan, yetarlicha salmoqli energiyaga ega kvant talab etiladi, ikkinchidan esa, bu jarayon nisbatan tez-tez sodir etilib turadi. Chedvik taklif qilgan taxminiga ko`ra, berilliyda yuzaga keladigan nurlanish neytronlardan, ya`ni, birlik massaga va zaryadi nolga teng zarralardan iboratdir" deb yozishgan.

Jolio-Kyuri qo`lga kiritgan natijalari energiya saqlanish qonunini havf ostiga qo`ydi. Haqiqatdan ham, Jolio-Kyurining tajribalarini, tabiatda faqat ma`lum zarralar, ya`ni, proton, elektron, fotonlar mavjuddir deb qaraladigan bo`lsa. Unda uzun yugurib o`tish yo`llarga ega protonlarning paydo bo`lishi uchun berilliyda paydo bo`ladigan fotonlarning o`zi 50 *MeV* energiyaga ega bo`lishi lozim. Bunda fotonning energiyasini aniqlanishi shu fotonning energiyasini aniqlashda qo`lanilgan qaytaruvchi yadro turiga bog`liq bo`lib qoladi.

Bu jumboqni Chedvik hal qiladi. U parafin plastinkasidan urib chiqarilgan protonlar kelib tushadigan ionizasion kamera oldiga berilliyli manbani joylashtirgan. Parafin plastinka bilan kamera orasiga alyuminiydan yasalgan yutuvchi ekranlarni joylashtirib, Chedvik berilliyli manba parafindan energiyasi *5,7 MeV* gacha bo`lgan protonlarni urib chiqarishini aniqladi. Protonlarga shunday energiyani bag`ishlashi uchun fotonning o`zi 55 *MeV* energiyaga ega bo`lishi shart. Ammo xuddi shu berilliyli manbada azotdan qaytarilgan yadrolarning kuzatilayotgan energiyasi 1,2 *MeV* ga teng bo`lib chiqardi. Azotga bunday energiyani bag`ishlash uchun nurlanish fotoni kamida 90 *MeV* energiyaga ega

bo`lishi lozim edi. Energiya saqlanish qonuni berilliyli manbaning foton nazariyasi bo`yicha izohlanishi mos kelmasdi.

Chedvik, agar berilliyli nurlanish massasi proton massasiga, ammo zaryadi nolga teng zarralar mavjudligini taxmin qilinsa, qiyinchiliklar bartaraf etilishini ko`rsatdi. Bunday zarralarni u neytron deb nomladi. O`zining natijalari haqidagi maqolani Chedvik 1932 yildagi "Qirollik jamiyati ilmiy ishlar to`plami"da bostirib chiqardi. Ammo neytronlar haqidagi dastlabki lavha "Nature" ning 1932 yil 27 fevraldagi sonida bosilgandi. Keyinchalik I. va F.Jolio-Kyuri 1932 - 1933 yildagi bir qator ishlarida neytronlar mavjudligini va yengil yadrolardan protonlarni urib chiqarishdek ularning xususiyatlarini tasdiqladilar. Ular, shuningdek, argon, natriy va alyuminiy yadrolari α-nurlari bilan nurlantirilganda neytronlar chiqarilishini ham aniqladilar.

Yadroning proton-neytronli modeli

1932 yil 28 mayda rus fizik D.D.Ivanenko "Nature" da lavhani e`lon qiladi, bunda u neytron proton bilan bir qatorda yadroning struktural elementi bo`lishi mumkinligi haqida taxmin bildiradi. U, bunday gipoteza azot halokatining muammosini hal qilishini ko`rsatib o`tadi. Haqiqatdan ham, bu gipotezaga ko`ra azot 14 zarradan, ya`ni, 7 proton va 7 neytrondan iborat, binobarin, Boze statistikasiga bo`ysunadi, bu narsa 1930 yilda Razetti tomonidan roman spektri tadqiqotlaridan isbotlangandi. 1932 yil iyunida yadroning proton-neytron modeli haqidagi katta maqolasi bilan V.Geyzenberg chiqadi.

Ammo yadroning proton-neytronli modeli ko`pchilik fiziklar tomonidan shubha bilan kutib olindi. U, $\beta$-parchalanishda yadrolar tomonidan elektronlarni chiqarishda to`sqinlik qiladigandek tuyulardi. Geyzenberg 1968 yili yadroda elektronlar mavjud emasligi haqidagi taxmini uchun uni "eng yirik, ko`zga ko`ringan fiziklar ham juda kuchli tanqid ostiga olishgan"nini hotirlaydi. Va u haqqoniy tarzda "azbaroyi bizga yaqqol bo`lgani uchun tajribalarda sinalmasdan qabul qilinaveradigan narsalardan voz kechish ancha mushkul" ekanligini ko`rsatadi deb xulosa qilgan. Aristotel atamasiga muvofiq, "biz uchun yaqqoldan" "tabiatan yaqqol" foydasiga voz kechish juda qiyin bo`ladi.

Yadrolar faqat og`ir zarralardan iboratligi haqidagi g`oya fiziklar tomonidan qiyin qabul qilinardi. Yadro ichida elektronlar mavjud emasligi haqidagi fikr 1930 yildayoq Dirak tomonidan bildirilgan bo`lsada, ammo ko`rilmay qolib ketgan edi. Neytronning kashf qilinishi ko`pchilik tomonidan muhim bo`lmagan arzimas narsadek qabul qilinayotgandi, xatto Rezerford ham shunday fikrda edi. Hech kim fundamental "olam g`ishtchalari" bo`lmish proton va elektronlardan tuzilgan jo`ngina tasavvurni yangi zarralarni kiritishi bilan murakkablashtirmoqchi emasdi.

1933 yilda Leningradda atom yadrosiga doir konferensiya bo`lib o`tdi, unda chet el olimlari ham ishtiroq etishdi. F.Jolio (unda u xali qo`shaloq familiyaga ega emasdi) ikkita, ya`ni, "Neytronlar" va "Fotonlarni materiallashtirishda pozitronlarning paydo bo`lishi va yadrolarning o`zgarishi" ma`ruzalarini o`qidi. P.Dirak pozitron nazariyasiga doir, F.Perren - yadro modellari haqidagi ma`ruzalarini o`qishdi. D.D.Ivanenko ham yadro modeliga doir ma`ruzasi bilan chiqdi. U proton-neytron modelini qizg`in yoqlab chiqdi, uning asosiy tezisi:

yadroda faqat og`ir zarralar mavjuddir. "Elektronlar, pozitronlar va boshqalarning paydo bo`lishini yorug`lik kvanti nurlanishi kabi o`ziga xos yangi zarralar tug`ilishiga qaralgandek nazar tashlash lozim, u ham atomdan nurlanmagunga qadar alohida individual mavjud bo`lmagandi" degan edi Ivanenko. Uning fikriga ko`ra, ikkala zarra "elementarlikning bir xil darajasiga ega bo`lishlari lozim", ya`ni, ikkala elementar zarra, neytron ham, proton ham, biridan biriga o`tib, o`zlaridan elektron yoki pozitronni nurlantiradilar. Keyinchalik proton va neytronga bitta zarraning ikki xil holati, ya`ni, nuklon deb qaraladigan bo`ldi, va Ivanenko g`oyasi ko`pchilik tomonidan qabul qilindi.

Kosmik nurlar. Pozitron kashf qilinishi

1932 yilda kosmik nurlar tarkibida yana bitta elementar zarra - pozitron kashf qilindi.

1899 yildayoq M.Sklodovskaya-Kyuri, radioaktivlikning kelib chiqish sabablarini tushuntirishga urinib, butun olamdagi fazoni to`ldirib turuvchi nurlanish mavjudligi haqidagi gipotezani o`rtaga tashlaydi. "Biz uzluksiz ta`sir etuvchi nurlanishga cho`mganmiz, biz undan qutula olmaymiz" degan ta`kidni 1906 yilda Geytel o`zi va Elster chuqur konlardagi ionlanishiga doir tajribalarini bayon etganda bildirgandi. Geytel, Kuk tomonidan 1903 yilda bildirgan "Yer ustida singib ketuvchi juda katta kuchdagi nurlanish mavjud" degan ta`kidiga qo`shiladi. Ammo kosmik nurlanishning mavjudligini aniq-oydin avstriyalik fizik Viktor Gess tomonidan isbotlangandi, u 1912 yil 7 avgustda elektroskop bilan havo sharida ko`tarilgan. Tajribasining natijalari haqida u "Physikalische Zeitschrift"ning noyabr sonida bosilib chiqqan maqolasida ma`lum qiladi. Bu yerda u "Kuzatishlarimning natijalari olam fazosidan atmosfera chegarasiga juda katta o`tish kuchiga ega nurlanish tushishini taxmin qilganimizdagina tushuntirish mumkin" deb yozadi. Ana shunday tarzda kosmik nurlar kashf qilingandi. 1936 yilda ushbu kashfiyoti uchun Gess fizikadan Nobel mukofotiga sazovor bo`ldi.

Olimlarnig keyingi, jumladan, amerikalik fizik Milliken va rus fizik L.V.Misovskiy (1888 - 1939) ishlari tufayli Gess taxmini tasdiqlandi va kosmik nurlanishning xossalari o`rganildi.

Milliken va Misovskiylar suv ostida o`lchashlarni o`tkazdilar va ushbu nurlanishlarning ulkan singib o`tuvchi xususiyatini ko`rsatib berdilar. Milliken kosmik nurlanishni o`ta qattiq γ-nurlardir deb hisoblagan va bu nuqtai nazar XX asrning 30-chi yillariga qadar yalpi qabul qilingan fikr edi.

1929 yilda rus fizik D.V.Skobeltsin kosmik nurlanishni o`rganishda magnit maydonga joylashtirilgan Vilson kamerasidan foydalandi. Skobeltsin usuli darhol muhim kashfiyotga olib keldi. Skobeltsin inkor etib bo`lmas darajada kosmik nurlar tarkibida zaryadlangan zarralar - elektronlar mavjudligini isbotladi. U bunday elektronlarning magnit maydon tufayli biroz egrilangan izlarini topdi. U olgan tasvirlarida elektronlar yo`nalishiga teskari tomon zaif egrilangan izlar ham mavjud edi, ammo bu izlarni qoldirgan zarralar haqida Skobeltsin biror aniq narsani aytaolmasdi.

1932 yilda amerikalik fizik K.Anderson Skobeltsin usulini takomillashtiradi: u skobelöin qo`llagan magnit maydonini o`n marotaba kuchaytirdi. Bunda u darhol

manfiy va musbat zarralarga mansub egrilangan izlarni topdi, avvaliga u bular elektron va proton izlari bo`lsa kerak deb o`ylagandi.

Zarraning harakatlanish yo`nalishini aniq kuzatish uchun Anderson kamerani qo`rg`oshinli plastinka yordamida ikkiga ajratdi. qo`rg`oshin plastinkadan o`tgan zarra o`z tezligini kamaytiradi va uning yo`li magnit maydon tufayli kuchliroq egrilanadi. Anderson, elektronlarga teskari tomon egrilangan zarraning tasvirini qo`lga kiritdi. Egrilanish radiusi va qoldirgan izining xarakteri ushbu zarra elektron massasiga va elektron zaryadiga teng musbat zaryadga ega ekanligini ko`rsatdi. Ushbu zarrani Anderson pozitron deb nomladi.

Pozitronning kashf qilinishi Dirak nazariyasini hotirlashga majbur etdi. 1928 yilda Dirak elektron uchun relyativistik tenglamani qo`lga kiritgandi. Ushbu tenglama elektronda spin mavjudligi haqidagi xulosaga olib kelardi va vodorodning energetik darajalarining nozik strukturasining aniq qiymatlarini berardi. Ammo Dirak nazariyasida bitta nohush narsa mavjud edi, u "plyus-minus qiyinchilik" deb nom olgandi. Nisbiylik nazariyasida energiya uchun quyidagi munosabat mavjud:

$$E^2 = m_0^2 c^4 + p^2 c^2,$$

bundan:

$$E = \pm\sqrt{m_0^2 c^4 + p^2 c^2}\ .$$

Odatda minus ishorasi fizikaviy ma`noga egas deb tashlab yuborilardi. Energiya qiymatlarining musbat va manfiy sohalari $+m_0c^2 - (-m_0c^2) = 2m_0c^2$ chegaraviy oraliq bilan taqsimlangandi. Klassik nazariyada energiya uzluksiz o`zgarib boradi, energiyaning manfiy qiymatlari tashlab yuboriladi. Kvant nazariyasida energiyaning manfiy qiymatlaridan musbat qiymatlariga sakrashlariga yo`l qo`yiladi. "Kvant nazariyasida uzlukli o`tishlar ham yuzaga kelishi mumkin, va agarda elektron dastlab musbat kinetik energiyali holatda bo`lgan bo`lsa, u manfiy kinetik energiyali holatga sakrab o`tishi mumkin. Shuning uchun endi klassik nazariyasidagi kabi manfiy energiyali holat mavjudligini inobatga olmay inkor etib bo`lmaydi" deb yozgandi 1930 yilda Dirak o`zining "Kvant mexanikasi asoslari" kitobida.

Boshi berk ko`chadan chiqish yo`lini axtargan Dirak g`alati g`oyani taklif qiladi. U, Koinotdagi barcha elektronlar barcha manfiy energiyali sathlarni egallab turishadi va Pauli tamoyiliga binoan kuzatib bo`lmas fonni tashkil etishadi, deb taxmin qiladi. Faqat musbat zaryadli elektronlarni kuzatish mumkin. "Elektronlar butun olam bo`yicha har bir nuqtasida katta zichlikda taqsimlanganlar. Butkul bo`shliq - bu shunday joyki, undagi barcha manfiy energiyali holatlar band bo`ladi" deb yozadi Dirak. "Manfiy energiyali egallanmagan holatlar musbat energiyali biror narsadek namoyon bo`ladilar, chunki ular yo`qolishi uchun u yerga bitta manfiy energiyali elektronni kiritish kifoya. Biz, ushbu manfiy energiya bilan band etilmagan holatlar protonlar bo`lsa kerak, deb taxmin qilamiz".

Dirak nazariyasi shubha bilan kutib olindi. Bu yerda elektronlarning gipotetik foni shubha keltirardi, undan tashqari, o`zining aytishicha, Dirak nazariyasi "elektron va protonlarga nisbatan o`ta simmetrik edi".

Ammo, proton elektrondan nafaqat zaryad ishorasi bilan, balki massasi bilan ham farqlanadi. Pozitronning, elektronga haqiqatdan ham simmetrik zarraning kashf qilinishi Dirak nazariyasiga yangicha yondoshishga majbur etdi, umuman olganda, u pozitron va boshqa antizarralar mavjudligini bashorat etardi. Leningradda bo`lib o`tgan 1933 yildagi konferensiyada Dirak pozitron mavjudligi nazariyasini quyidagicha bayon etgandi: "Faraz qilaylik, biz bilgan bu olamda manfiy energiyaga ega deyarli barcha holatlar elektronlar bilan band qilingan bo`lsin. Energiyaning manfiy sathlarida joylashgan bu elektronlarning majmuasi bir jinsli bo`lgani uchun bizning sezgi a`zolarimiz orqali ham, o`lchov asboblar bilan ham aniqlab bo`lmaydi, va faqatgina elektronlar bilan band bo`lmagan sathlar qandaydir o`zgacha bo`lgani uchun, birjinsliylikning buzilishi bo`lgani uchungina musbat energiyali elektronlarning egallagan joylarini farqlaganimiz kabi sezishimiz mumkin. Manfiy energiya bilan band bo`lmagan holatlarni, ya`ni, manfiy energiyali elektronlar taqsimotidagi "kovaklar"ni biz tomondan musbat energiyali zarrachalardek qabul qilinadi; ahir, manfiy kinetik energiyaning yo`qligi musbat kinetik energiya mavjudligiga tengdir, chunki minusga minus plyusni beradi... Bunday "kovak"ni pozitron bilan aynan o`xshatish mantiqan to`g`ri bo`lardi, ya`ni, manfiy energiyali elektronlar taqsimotida pozitron "kovak"ning o`zginasidir deb ta`kidlash o`rinli bo`lardi".

Tabiiyki, manfiy energiya bilan band bo`lmagan sathga musbat energiyali elektron o`tishi mumkin, bunda u ortiqcha energiya $2m_0c^2$ ni γ-nurlar ko`rinishida nurlantiradi.

"Dirak nazariyasiga ko`ra, musbat elektron erkin yoki zaif bog`langan manfiy elektron bilan to`qnashganda qarama-qarshi yo`nalishlarda harakatlangan ikkita fotonni hosil qilib, yo`qolishi mumkin. Har bir fotonning energiyasi $0{,}5\cdot10^6$ *eV* tashkil etadi; bu energiyalarning yig`indisi 10^6 *eV* ni tashkil etib, ikkita elektron massasining annigilyasiyasiga mos keladi" deb yozgandi F.Jolio.

Teskari jarayon, ya`ni, fotonlarning "materiallashishi" mavjuddir, bunda "etarlicha katta energiyali fotonlar og`ir yadrolar bilan to`qnashganda musbat elektronlarni hosil qilishlari mumkin... Yadro bilan o`zaro ta`sirlashgan foton qarama-qarshi zaryadlarga ega ikkita elektronni hosil qilishi mumkin".

Leningrad konferensiyasida Jolio Vilson kamerasi yordamida olingan tasvirni namoyish etdi, bunda elektron - pozitron juftlikning tug`ilishi qayd etilgandi.

Tezlatgichlar

Yadro fizikasi uchun hodisalarga boy 1932 yilda bu sohadagi boshqa muhim muvaffaqiyatlar ham qo`lga kiritildi. Ularning ichida eng muhimlaridan biri - bu sun`iy ravishda tezlashtirilgan protonlar yordamida litiy yadrosini parchalash bo`ldi. 1922 yildayoq Rezerford, yadrolarni yaxshi himoyalangan qal`aga o`xshatib, "energiyaning eng jamlangan manbalari sifatida faqatgina $\alpha$-zarralar ushbu yaxshi himoyalangan qurilmalarga hujum uyushtirishga yaroqlidir" deb ko`rsatgan. Undan so`ng u: "Agar bizning ixtiyorimizda radiyning $\alpha$-zarrasi energiyasidan o`n marta kuchliroq energiyaga ega zaryadlangan zarralar mavjud

bo`lganda edi, unda biz, extimol, barcha atomlarnig nuklear strukturasi ichiga kirib olgan bo`lardik, va balkim, ularni yemirilishiga ham olib borardik" degandi.

Sun`iy ravishda yuqori energiyali zarralarni hosil qilish o`ttizinchi yillardan yo`lga qo`yildi. Aynan o`sha paytlarda zaryadlangan zarralarning tezlatgichlari ishlab chiqila boshlandi. 1928 yildayoq ketma-ket ulangan transformator o`ramlaridan 750 *kV* kuchlanish olishga muvaffaq bo`lindi. 1931 yilda Van-de-Graaf elektrostatik tezlatgichni qurishga muvaffaq bo`ldi, unda ionlarni bir necha million elektron-Voltgacha tezlatish imkoni bo`lgan.

1930 yilda Kembridjda Kokroft va Uoltonlar kuchlanish oshirishining kaskadli usulidan foydalangan holda bir necha yuz kiloVoltgacha tezlashtirilgan vodorod ionlarini oldilar. 1932 yilda shu yo`l bilan kuchaytirilgan ionlarni litiyli nishonga qaratib, ${}_3Li^7$ yadrosini ikkita geliy yadrosiga parchalashni amalga oshirdilar. Geliy yadrolari taxminan 8,5 *MeV* energiya bilan uchib ketardilar. Tezlatgichda ilk bor amalga oshirilgan yadroviy reaksiya mana shu reaksiya edi, va uning mualliflari Jon Kokroft (1897 - 1967) va E.Uoltonlar 1951 yilda Nobel mukofotiga sazovor bo`ldilar.

1931 yilda Sloan va Lourens (1901 - 1958) ionlarning chiziqiy tezlatgichini qurishadi, unda ionlar uzunligi kattalashib boradigan silindrlar qatoridan o`tib yuqori chastotali kuchlanish orqali tezlashtirilganlar, kuchlanish shunday qilib tanlanib olinganki, silindrlar orasidagi tirqishda ionlar tezlashtiruvchi fazaga tushardi.

Ammo, yadroviy fizikaning rivojlanishi uchun eng muhim bo`lgan narsa - bu siklik tezlatgich - siklotronning qurilishi bo`ldi.

Siklonning tamoyili Lourens va Edlefsenlar tomonidan 1930 yilda taklif qilingandi. 1932 yilda Lourens boshchiligida qutbiy uchlari diametri 28 sm ga ega siklotron qurildi, u protonlarni 1,2 *MeV* gacha tezlashtirardi. 1939 yilda siklotron ixtiro qilganligi uchun Nobel mukofotiga sazovor bo`ldi.

1932 yil iyulida elektrga doir V xalqaro konferensiyada yadroviy fizikaning muammolari muhokamasi bo`lib o`tdi. "Atom yadro fizikasi zamonaviy holati" mavzudagi obzor ma`ruza bilan Enriko Fermi chiqdi. Ushbu ma`ruzada Fermi xali "barcha atom yadrolar ikkita zarradan, ya`ni, elektronlar va vodorod yadrolari - protonlardan tashkil topgan" degan gipotezasi tarafdori edi. Undan so`ng, Fermi, "ayrim yadrolar "xususiy mexanik momentiga ega", u butun yoki yarim yahlit son bilan $\frac{h}{2\pi}$ birliklarida ifodalanadi deb ko`rsatgan. Yadroning momenti mavjudligi quyidagi hodisalarda namoyon bo`ladi:

a) chiziqiy spektrlarda intensivliklarining oralab turishida;

b) atom spektral chiziqlarining o`ta nozik strukturasi.

Undan so`ng Fermi ko`rsatishicha, "proton va elektronlardan tuzilgan ixtiyoriy sistema quyidagilarga amal qilishi lozim:

a) ushbu sistemadagi zarralar soni juft yoki toq bo`lishiga qarab Boze - Eynshteyn statistikasiga yoki Pauli tamoyiliga bo`ysunishi shart;

b) xususiy momentiga ega, u esa, sistemada zarralar soni juft yoki toq bo`lishiga qarab butun yoki ikkiga bo`lingan butun songa karrali teng bo`lishi lozim".

Azot yadrosi bu qoidalarga bo`ysunmaydi, ularga ko`ra azot yadrosi uchun Pauli tamoyili haqli bo`lishi lozim, ammo Razetti azot molekulasi ustidan o`tgazgan raman-effekti, azot yadrosi uchun Boze - Eynshteyn statistikasi, shubhasiz, haqli ekanini ko`rsatdi. "Bundan, ushbu anomaliya azot yadrosi elektronlar toq soniga ega bo`lganligi uchun yuzaga keladi" deb yozadi Fermi.

Ko`rib turganimizdek, azot haloqati 1932 yil iyulida ham mavjudligi davom etmoqda edi.

Fermi, 1928 yilda Gamov tomonidan taklif qilingan α-parchalanish nazariyasi ustida batafsil to`xtalib o`tadi. Gamov (1904 - 1968), shuningdek, Gerni va Kondon (1902 - 1974) lar yadro tomonidan α-nurlanish chiqarilishiga zarraning potensial to`siq orqali o`tishida tahlil qilinishiga rivojlantirilgan to`lqinli mexanikadagi g`oyalaridan foydalanishgan. Bu nazariya yangi kvant mexanikasining muvaffaqiyatlaridan biri edi.

β-parchalanishga nazar tashlansa, β-zarralar energiyasining uzluksiz spektri bilan bog`liq bo`lgan mushkullik mavjuddir. "Ushbu fakt katta naziry ahamiyatga ega, chunki u, ko`rib turganimizdek, energiya saqlanish tamoyili haqligini talab etiladigan barcha atom yadro nazariyalariga ziddir" deb yozgandi Fermi. Fermi ushbu ziddiyatni tushuntirish uchun ishlab chiqilgan Pauli gipotezasini hotirlaydi. U "Pauli taxmin qilishicha, atom yadrosi ichida neytronlar mavjud bo`lib, ular β-zarralar bilan bir vaqtning o`zida nurlantiriladi. Ushbu neytronlar o`z energiyalarini deyarli yo`qotmay moddaning katta qalinliklaridan o`taolishlari mumkin, shuning uchun ularni amalda deyarli kuzatib bo`lmaydi" deb yozadi.

O`zining ma`ruzasida Fermi "neytron" so`zini atigi ikki marta ishlatishiga to`g`ri kelgan. Yakuniy lavhalarda u Chedvik tomonidan berilliyli nurlanishni izohlanishi haqida gapiradi:

"Bote, shuningdek, I.Kyuri va F.Joliolarning tajribalarini davom ettirib, Chedvik, berilliy nurlanishi protondan og`irroq yadrolarga ham harakat bag`ishlashi mumkin ekanligini isbotladi; shu munosabati bilan berilliy nurlanishi γ-nurlardan iborat emas, balki proton massasiga teng massaga ega neytronlardir degan gipotezani o`rtaga tashlagan".

"Neytron" atamasi proton massasiga teng neytral zarralar uchun saqlanib qoldi. Paulining "neytronlari esa, Fermi taklifiga ko`ra 1933 yildagi Solvey kongressida "neytrino" deb nomlana boshlandi. 1932 yildagi kongressda esa Fermiga $\beta$-parchalanishdagi "neytron" atamasiga doir tushuntirish berishiga to`g`ri keldi. Unga asosli tarzda neytronlar o`zlarining massalari tufayli Pauli gipotezasiga ko`ra ularga yo`yilgan ahamiyatiga ega bo`lmasliklarini e`tiroz bildirishdi. Bunga Fermi "bunday neytronlar kashf qilinganlari emas, balki ancha kichik massaga ega neytronlardir" deb javob qildi. Aynan Fermi keyinchalik neytrino gipotezasiga tayangan β- parchalanish nazariyasini yarataoldi.

1933 yilda yadro fizikasiga kiritilgan g`oyalarni "hazm qilish" yili bo`ldi. Yuqorida qayd qilingan 1933 yil sentyabrida Leningradda bo`lib o`tgan yatom yadrosiga doir konferensiyadan tashqari yadro muammolari 1933 yil oktyabrida bo`lib o`tgan Yettinchi Solvey kongressida ham muhokama qilingandi. Kongress ancha nufuzli bo`lib, P.Lanjeven raisligida bo`lib o`tdi. Kongress ishida

E.Rezerford, N.Bor, M.Sklodovskaya-Kyuri, Dj.Chedvik, P.Blekket, Dj.Kokroft, V.Bote, V.Geyzenberg, E.Shredinger, V.Pauli, E.Fermi, Lui de Broyl, P.Dirak, A.F.Ioffe va boshqa fiziklar ishtiroq etishdi.

Kongressda Rezerford boshchiligidagi Kavendish laboratoriyasi xodimlarining chiqishlari katta o`rinni egalladi. Kokroft o`zi va Uoltonning tezlashtirilgan protonlar yordamida litiy yadrosini parchalashga doir tajribalari haqida gapirdi, Chedvik neytron kashf qilinishi haqida ma`ruza qildi, neytron kashf qilinishi haqida shuningdek, F.Jolio va I.Kyurilar gapirdilar, Blekket pozitron kashfiyoti haqida gapirib berdi, bu kashfiyot qilinishida o`zining va Okkialini olib borgan tadqiqotlarida Geyger - Myuller sanagichlar orqali boshqariladigan Vilson kamerasidan foydalanilgandi. Ushbu tadqiqotlarida pozitron va elektronlardan tashkil topgan kosmik zarralar oqimlari ham kashf qilingandi. Lourens siklotron bilan olib borilgan tajribalar haqida, Geyzenberg esa, yadroning proton-neytronli modeli haqida axborot berishdi.

Solvey kongressida yangi g`oyalar baralla yangradi, ularni yadro haqidagi fani asoschisi E.Rezerford qizg`in qo`llab-quvvatlab turdi. "Solvey kongressida, odati bo`yicha, markaziy figura bu albatta Rezerford edi, odatdagidek, u juda katta jo`shqinlik bilan ko`pgina munozaralarda ishtiroq etardi" deb hotirlaydi Bor. Uning shog`irdlari, va uning o`zi ham "zamonaviy alkimyo"ning (Rezerford yadrolar o`zgarishiga doir fanni shunday deb nomlagandi) rivojlanishiga kuchli ta`sir etgandi. Solvey kongressida uning so`nggi ishtiroqi edi, kongressning o`zi ham, nafsilamrini atganda, so`nggi edi. Xalqaro ilmiy hamkorlik Germaniyada hukumat tepasiga fashistlar kelishi va ikkinchi jahon urushi tufayli buzilgan edi.

Aytib o`tish lozimki, Ivanenko tomonidan taklif qilingan yadroning proton-neytronli modeli faol tarzda Geyzenberg tomonidan qo`llab-quvvatlangandi. U Mayorana tomonidan 1933 yilda proton va "neytral proton"lardan tuzilgan yadro modeli haqidagi maqolasida bilbirilgandi. Yadroning proton-elektronli modelining davri tugab bordi, yadro fizikasi rivojlanishida yadroning proton-neytronli modeli belgisi ostida o`tadigan samarali davri boshlanayotgandi.

Sun`iy radioaktivlik

Yadro fizikasi rivojlanishidagi yangi davr fundamental kashfiyotlar bilan boshlandi. 1934 yil 15 yanvarda Parij fanlar Akademiyasi majlisida Frederik Jolio va iren Kyurilar radioaktivlikning yangi turi ochilganligi haqida xabar qildilar. "Biz, ayrim yengil elementlar, masalan, berilliy, bor, alyuminiy, ularni poloniyning α-zarralari bilan bombardimon qilinganda musbat elektronlarni nurlantirishini Vilson kamerasi usuli yordamida isbotlashga erishdik".

"Poloniyning α-nurlari bilan ta`sirlantirilgan ayrim yengil elementlari tomonidan musbatli elektronlarni nurlantirilishi $\alpha$-nurlar manbasi olib tashlangandan keyin ham ma`lum paytgacha davom etib turiladi. Borda, masalan, bu vaqt yarim soatga qadar davom etadi".

F.Jolio va I.Kyuri, ushbu hodisani tadqiq qilar ekanlar, bu holda musbatli elektronlar nurlantirilishi bilan kechuvchi radioaktivlikning yangi bosqichi boshlanishini ko`rsatdilar. Ular "Biz taxmin qilishimizcha, alyuminiy misolida reaksiya quyidagicha kechadi" deb yozishgandi:

$$_{13}Al^{27} + {}_{2}He^{4} \rightarrow {}_{15}P^{30} + {}_{0}n^{1}.$$

"Fosfor izotopi $_{15}P^{30}$ radioaktivdir. Uning yarim parchalanish davri 3 min 15 s ga teng bo`lib, u quyidagi reaksiyaga ko`ra musbat elektron nurlantiradi:

$$_{15}P^{30} \rightarrow {}_{14}Si^{30} + e^{+}.$$

Bor va magniy uchun shunga o`xshash noturg`un $_{7}N^{13}$ va $_{14}Si^{27}$ yadrolarni hosil qiluvchi reaksiyalarni tasavvurlash mumkin. $_{7}N^{13}$, $_{14}Si^{27}$, $_{15}P^{30}$ izotoplari tabiatda kuzatilmaydi, chunki ular juda qisqa vaqt ichida yashay oladilar". O`zlarining qisqagina axborotlarini tugatar ekanlar, F.Jolio va I.Kyurilar "Shunday qilib, ushbu ishda ilk bor tashqi ta`sir ostida ayrim atom yadrolarida radioaktivlikni hosil qilishga muvaffaq bo`lindi, u ma`lum o`lchab bo`lishi mumkin bo`lgan vaqt oralig`ida majbur etilayotgan sabablari yo`qligiga qaramay saqlanish xususiyatiga ega" deb yozadilar.

Bu - ulkan ahamiyatga ega kashfiyot edi. Ayrim elementlarga xos bo`lgan radioaktivlik inson tomonidan chiqarib ham, yo`qotib ham yoki biror yo`sinda o`zgartirib ham bo`lmasdi. Eru-xotin Jolio-Kyurilar ilk bor ungacha tabiatda kuzatilmagan yangi radioaktiv izotoplarni yaratib, sun`iy ravishda radioaktivlikni hosil qildilar. Jolio-Kyurilar tomonidan ochilgan hodisa "sun`iy radioaktivlik" nomini oldi.

Shvesiya fanlar Akademiyasi eru-xotin Jolio-Kyurilar kashfiyotining tamoyilan muhimligini baholadi va ularni 1935 yili kimyo bo`yicha Nobel mukofoti bilan taqdirladi.

Frederik Jolio, u keyinchalik Jolio-Kyuri familiyasiga o`tadi, 1900 yil 19 martda Parij Kommunasi ishtiroqchisi, mayda-chuyda metall buyumlar ustasi Anri Jolio oilasida tug`iladi. 1908 yildan 1917 yilgacha u Lakanal litseyida o`qidi, undan so`ng, urush tufayli armiyaga chaqirilgan, ammo janglarda qatnashishga to`g`ri kelmagan. Urush tugagandan so`ng Jolio o`qishini davom ettirishi uchun harbiyda bo`lish muddati kechiktirildi. Aniq fanlar sohalaridagi bilimlarini to`ldirish uchun (Lakanal gumanitar tipidagi maktab edi) Jolio Lavuaz'ye litseyiga o`qishga kiradi. Uni 1919 yilda a`lo baholar bilan bitiradi va Parijdagi fizika va kimyo maktabiga o`qishga kiradi, u yerda bir paytlari Pyer Kyuri professor edi, endi esa fizikani Pol Lanjeven o`qitardi. Maktabni tugatgandan so`ng Frederik Jolio po`lat eritish korxonalarida muxandis-amaliyotchi bo`lib ishlab yurdi. Ammo kechiktirish muddati tugagandan so`ng u yana harbiyga chaqiriladi va Puatådagi artilleriya maktabiga o`qishga kiradi. Bilim yurtini bitirgandan so`ng endigina bitirib chiqqan sub-leytenant Lanjeven tavsiyasiga ko`ra Radiy institutiga Mariya Kyuri qo`liga preparator bo`lib ishga kiradi. Bu yerda u kelajakdagi ayoli, Pyer va Mariya Kyurilarning qizi Iren bilan uchrashadi. Iren kyuri va Frederik Joliolarning nikohi 1926 yil 4 oktyabrda qayd etildi. Shu yerdan ularning hamkorlikdagi ilmiy va hayotiy yo`llari boshlandi.

Iren Kyuri Frederik Joliodan kattaroq edi, u 1897 yil 12 sentyabrda tug`ilgan. U Parij universitetini 1920 yili bitirgan va onasinig laboratoriyasida ishlay boshlagan. F.Jolio Radiy institutiga preparatorlikga kirgan paytida (1925 y.) Iren doktorlik dissertasiyasini himoya qilib bo`lgandi. Frederik Jolio-Kyuri doktorlik dissertasiyasini 1930 yilda, xotinidan besh yil keyin himoya qilgan. 1937 yili u Kollej de Fransda yadro kimyosi professori, Lanjeven vafotidan o`n yildan

so`ng esa, eksperimental fizika prfessori bo`ldi. Iren 1934 yili onasi vafotidan so`ng Parij universitetida uning vorisiga aylandi.

Urush yillari Frederik va Iren Jolio-Kyurilar qarshilik harakatining faol ishtiroqchilari bo`lishda. Urushdan keyingi yillarida tinchlik uchun faol kurashchilar qatorida bo`ldilar. Frederik Jolio-Kyuri 1949 yildan boshlab Butundunyo Tinchlik kengashini boshqarib keldi, tinchlik tarafdorlari harakati asoschisi edi. Iren Jolio-Kyuri Butundunyo Tinchlik Kengashining a`zosi, tinchlik tarafdorlari kongresslarda qatnashib kelgan.

Frederik Jolio-Kyuri boshchiligida 1948 yil 15 dekabrda birinchi fransuz yadroviy reaktor ishga tushirildi. Jolio-Kyurining o`zi 1950 yilga qadar Fransiyaning atom energiyasi bo`yicha Bosh komissar lavozimini egallab turgan. Iren Jolio-Kyuri 1956 yil 17 martda nurlanish kasalligidan vafot etgan. F.Jolio-Kyuri 1958 yil 14 avgustda vafot etgan.

Fermi tajribalari

Sun`iy radioaktivlik kashfiyotiga qaytaylik. U keng shov-shuvlarga sabab bo`ldi, va qisqa vaqt ichida bir qator yangi radioaktiv izotoplar olindi. Lekin 1934 yil bahoridan E.Fermi va uning xodimlari tomonidan olib borilgan tadqiqotlari ayniqsa muhim bo`ldi. Fermi butunlay yangi yo`ldan bordi, u elementlarni neytronlar bilan nurlantira boshladi.

Fermi "Neytronli bombardimondan yuzaga kelgan radioaktivlik" maqolasida yozganidek, "eru-xotin Joliolar kuzatgan α-zarralar bilan nurlantirganda hosil bo`ladigan hodisani - yuzaga keladigan radioktivlikni neytronli bombardimondan keyin ham kuzatish mumkinmi" degan masalaga oydinlik kiritmoqchi bo`ldi. Bu hech kutilmagan va jasoratli qadam edi. "Men hotirlashimcha, mening va boshqa ko`pchilikning fikri shubha bilan yo`g`rilgan edi: Fermi o`tkazmoqchi bo`lgan tajribasi bema`nidek tuyulardi, chunki α- zarralarga nisbatan neytronlar ancha kam edi" deb yozadi O.Frish. Haqiqatdan ham, eru-xotin Joliolar va boshqa fiziklar ham elementlarni radioaktiv preparatdan otilib chiqayotgan α-zarralar bilan bombardimon qilishardi. Fermi o`tkazayotgan tajribalarda esa bu zarralar avval neytronlarni hosil qilish uchun foydalanilardi, ana undan so`ng elementlarni hosil bo`lgan neytronlar bilan nurlantirilishi boshlanardi. "Snaryadlar" bilan "o`t ochilmay", balki bu snaryadlar tekkan joyidan yuzaga kelgan mahsuli bilan otilardi. Fermi yaratgan "neytron to`plar"ning o`zi berilliy va radon qorishmasi bilan to`ldirilgan bir necha santimetr uzunlikdagi kichkinagina naychalardan iborat edi. O`lchami atigi 1,5 sm bo`lgan ana shunday neytron manbalardan birini Fermi quyidagicha ta`riflaydi: "Bu shisha naycha edi..., uning ichida berilliy donachalari joylashtirilgandi; naychaning uchini kavsharlashdan oldin ichiga qandaydir miqdorda radiy emanasiyasidan kiritish lozim edi. Radon chiqarayotgan alfa-zarralar ko`p miqdorda berilliy atomlari bilan to`qnashib, neytronlarni beradi...".

"Tajriba quyidagicha bajariladi. Neytronlar manbasiga bevosita yaqiniga alyuminiy yoki temir, yoki o`rganilishi lozim bo`lgan elementining plastinkasi joylashtirilib, qanchadir vaqtga, tasodifga ko`ra, u minut, soat, kunlarni tashkil etishi mumkin. Manbadan otilib chiqayotgan neytronlar moddaning biror yadrosi

bilan to`qnashadi. Bunda butkul xilma-xil bo`lgan ko`pgina reaksiyalar sodir etiladi".

1934 yil 25 mart sanasi bilan belgilangan birinchi xabarda alyuminiy va ftorni bombardimon qilgan Fermi Jolio-Kyurilarniki singari pozitronlarni emas, balki o`zidan elektronlarni nurlantirayotgan natriy va azot izotoplarini qo`lga kiritdi. Neytronlar bilan bombardimon qilish usuli juda samarali bo`lib chiqdi, va Fermi, parchalashlarni amalga oshirishdagi ushbu yuqori effektivligi "$\alpha$-zarralar va protonlar manbalariga nisbatan neytronlar manbalarining zaifligini to`laligicha o`rnini to`ldiradi" deb yozgandi. Ushbu usulni qo`llab u o`sha davrda o`rganilib chiqilgan 68 ta elementdan 47 tasini faollashtirishga erishdi.

Muvaffaqiyatdan ruhlangan Fermi F.Razetti va O.D'Agostinolar bilan hamkorlikda og`ir elementlar, ya`ni, toriy va uranni neytronlar bilan bombardimon qilishga kirishdi. "Tajribalar ko`rsatishicha, dastlab oddiy faol qo`shimchalardan tozalangan ikkala element neytronlar bilan bombardimon qilinganda juda kuchli faollashish xususiyatiga egadirlar". Uranni bombardimon qilishda hosil bo`lgan faol mahsullari ichida yarim parchalanish davrlari 10 sekund, 40 sekund, 13 minut bo`lgan uchta va yana ikkitasi 40 minutdan bir kungacha bo`lgan moddalar topildi. Bunda noaniq narsa qolayotgandi, u ham bo`lsa, "ushbu davrlar parchalanish jarayonlarining ketma-ketligimi yoki alternativ jarayonlarmi?".

O`zining xodimlari bilan Fermi yarim parchalanish davri 13 minut bo`lgan β- faol mahsulotni kimyoviy aynanlashtirishga kirishadi. U, 13 minutli faollik uran (Z = 92), protaktiniy (Z = 91), toriy (Z = 90), aktiniy (Z = 89), radiy (Z = 88), vismut (Z = 83), qo`rg`oshin (Z = 82), shuningdek, "ekaseziy" (Z = 83) va radon (Z = 86) izotoplari tufayli yuzaga kelishi mumkinligini aniqladi. Og`ir elementlaridan hech qaysinisi 13 minutli davrga ega radioaktiv mahsulotga kimyoviy analog bo`lib chiqmadi. Tabiiyki, ushbu elementni D.I.Mendeleev kimyoviy elementlarining davriy sistemasi o`rtalarida joylashgan elementlari bilan taqqoslab ko`rish Fermi hayoliga ham kelmasdi va u "mos keluvchi elementining atom raqami 92 dan katta bo`lishi kerak" degan taxminni bildiradi. Ana shunday tarzda transuran elementlarining gipotezasi paydo bo`ldi.

E.Rezerford katta qiziqish bilan Fermi tajribalarini kuzatib borardi. 1934 yil 23 apreldayoq u Fermiga yozadi: "Siz qo`lga kiritgan natijalaringiz juda qiziqdir, va keyinchalik ushbu o`zgarishlari haqidagi haqiqiy mexanizmiga doir ko`proq ma`lumot olishga muvaffaq bo`lasiz deb hech qancha shubha qilmayman". Fermi xodimlari E.Segre va E.Amaldi yozda Kembridjda Rezerford huzuriga borishganda unga "Neytronli bombardimon tufayli hosil qilingan sun`iy radioaktivlik" obzor maqolani olib borishadi, uning mualliflari E.Fermi, E.Amaldi, O.D'Agostino, F.Razetti va E.Segre edilar. Maqola Rim universiteti fizik laboratoriyasida olib borilgan tajribalarga doir to`liq hisobotlarni o`z ichiga olgandi. Londonlik qirollik jamiyati prezidenti sifatida Rezerford jamiyatning "To`plamlari"da bosib chiqarishga berib yuboradi.

Maqola xuddi o`sha, 1934 yili bosilib chiqadi. Unda uranni bombardimon qilinishi haqida ham gap ketgandi, bunda bombardimon qilinishi natijasida chiqqan mahsulotlari ichida 90 minutli yarim parchalanish davrga ega yana bitta element aynanlashtirilgandi. Maqolada "90 minutli va 13 minutli faol mahsulotlar, extimol,

butkul o`xshash kimyoviy xossalariga ega, chunki reaksiyalarning ixtiyoriy turida ular deyarli bir xil miqdorda hosil bo`ladilar. Shuning uchun bu ikkala faolliklar, extimol, atom raqami 92 dan yuqori bo`lgan mahsulotlaridan. Balki aynan bir xil elementining izotoplari bo`lishi mumkin" deb aytilgandi.

1934 yil 22 oktyabrda Fermi fundamental kashfiyot qiladi. Neytronlar manbasi bilan aktivlashtirilayotgan kumush silindr orasiga parafindan yasalgan pona joylashtirgan Fermi, pona neytronlarning aktivligini pasaytirmay, balki biroz oshirishini payqaydi. Fermi, ushbu effekt, extimol, parafinda vodorod mavjudligi bilan bog`liq bo`lsa kerak, deb xulosa qiladi va o`z tarkibida vodorodi mavjud elementlarining kattaroq miqdori parchalanishga qanday ta`sir ko`rsatishini tekshirmoqchi bo`ladi. Avvaliga parafin bilan, keyin suv bilan ham tajriba o`tkazib ko`rgan Fermi faollik yuz marotabalab oshishini qayd etadi. Fermi, E.Amaldi, B.Pontekorvo, F.Razetti va E.Segre lar tomonidan yozilgan "Vodorodli moddalarning neytronlar tomonidan hosil qilingan radioaktivlikga ta`siri" maqolasida ushbu faktlarga quyidagicha tushuntirish berilgandi: "Neytronlar vodorod yadrolari bilan qayta-qayta to`qnashishlar natijasida tezda energiyalarini yo`qotadilar... bir necha to`qnashishlardan so`ng neytronlar, ohir-oqibat issiqlik harakatiga mos keluvchi energiyalariga erishib, diffuziyalanayotgan gaz molekulalari singari harakatlanishini kutish mumkin". Fermi tajribalari sekin harakatlanuvchi neytronlarning ulkan effektivligini ko`rsatib berdi.

Fermining β-parchalanish nazariyasi

Shunday qilib, o`zi tanlagan yo`ldan borgan E.Fermi 1934 yilga kelib, ajoyib natijalarga erishdi. Ammo ushbu eksperimental natijalardan tashqari 1934 yil Fermiga ajoyib nazariy muvaffaqiyatlarni ham keltirdi. 1933 yildagi dekabr sonidayoq italyan "Ricerca Scientifica" jurnali sahifalarida β-parchalanishga doir uning dastlabki fikrlari e`lon qilingandi; 1934 yil boshida "Zeitschrift für Physik"da uning "$\beta$-nurlar nazariyasiga doir" nomli klassik maqolasi bosilgandi. Maqolaning annotasiyasida quyidagi so`zlar yozilgandi: "Neytrinoning mavjudligiga asoslangan β-parchalanishning miqdoriy nazariyasi taklif qilingan; bunda elektronlar va neytrino nurlanishi nurlanish nazariyasidagi kabi g`alayonlangan atom tomonidan yorug`lik kvanti emissiyasiga o`xshatgan holda ko`riladi. Yadroning yashash vaqtidan hamda β-nurlarning uzluksiz spektri shakli uchun formulalar chiqarilgan; olingan formulalar eksperiment bilan taqqoslanadi".

Fermi ushbu nazariyasida neytrino gipotezasiga va yadroning proton-neytronli modeliga Geyzenberg tomonidan ushbu model uchun taklif qilgan izotopik spin gipotezasini qabul qilgan holda hayot bag`ishladi. Fermi o`zining nazariyasi asosi sifatida quyidagi takliflarni oladi:

"a) Elektronlarning soni, shuningdek, neytronlarning soni ham albatta doimiy bo`lishi shart emas. Elektronlar (yoki neytronlar) paydo bo`lishlari va yo`qolishlari mumkin...

b) Geyzenberg izidan borib, og`ir zarralar, neytron va protonlarni og`ir zarraning ikki xil ichki kvant holatlari kabi ko`rishimiz mumkin. Buni ta`riflash uchun og`ir zarraning qandaydir ichki koordinatasi ρ ni kiritaylik, u faqat ikki

qiymatni, ya`ni, agar zarra proton bo`lsa, $\rho = 1$, va agar u neytron bo`lsa $\rho = -1$ ni qabul qilsin.

v) Og`ir va yengil zarralar tizimining Gamilton funksiyasini shunday tanlab olishimiz lozimki, neytronning protonga har bir o`tishi elektron hamda neytrino paydo bo`lishi bilan kechsin, unga teskari jarayon, ya`ni protonning neytronga aylanishi elektron va neytrinoning yo`qolishi bilan kechsin. qayd etib o`tishimiz lozimki, bu bilan zaryad saqlanishi ta`minlanadi".

Fermi nazariyasini sharhlagan F.Razetti "Ushbu asosda qurilgan uning nazariyasi yadroviy fizika inqilobiy rivojlanishining ikki yarim o`n yillikni deyarli o`zgarishlarisiz chidash berdi. Aytib o`tish joiz bo`lardiki, fizikaviy nazariya kamdan-kam holda bunday tugallangan shaklda tug`iladi".

Fermida XX asr fizikasi uchun hech kimga o`xshamagan ajoyib, benazir ko`rinishda chuqur nazariyotchi va birinchi darajali eksperimentator mujassamlashgandi.

"Buyuk italÿn fizik Enriko Fermi zamonaviy olimlar ichida alohida o`rin tutadi: bizning zamonamizda, ya`ni, ilmiy tadqiqotlarda tor doiradagi mutaxassislik odatiy bo`lib qolgan zamonda Fermidek shunchalik universal fizikni ko`rsatish juda mushkul. Xatto aytib o`tish mumkinki, XX asrning ilmiy sahnasida nazariy fizikada ham, eksperimental fizikada ham, astronomiyada ham, texnik fizikada ham bu sohalar rivojlanishi uchun bunchalik ulkan xissa qo`shgan insonning paydo bo`lishi - kamdan-kam uchraydigan emas, balki o`ta noyob hodisadir" deb yozgandi Bruno Pontekorvo.

Enriko Fermi 1901 yil 29 sentyabrda Rimda, xizmatchi oilasida tug`ildi. Undagi aniq fanlarga iste`dodi erta namoyon bo`ldi. U Piza shahridagi Normal maktabida 1918 yildan 1922 yilga qadar o`qidi, undan so`ng Rim universiteti Fizika instituti dotsenti senator Korbino yordami tufayli Rim universitetida kimyogarlar uchun matematika o`qituvchisi vaqtinchalik lavozimini egallab turdi. 1923 yilda u Germaniyaga, Gettingenga, Maks Born xuzuriga xizmat safariga ketadi. Fermi u yerda o`zini ancha noqulay sezib yuradi, ammo Erenfestning kattagina ma`naviy qo`llab-quvvatlashi o`zida fizik iste`dodi mavjudligiga ishonch tug`dirdi, Fermi Erenfestni 1924 yilning sentyabr - dekabr oylarida Leydenda bo`lganida uchratadi.

Italiyaga qaytgandan so`ng Fermi 1925 yil yanvaridan 1926 yil kuzigacha Florensiya universitetida ishlaydi. Bu yerda u ilk bor "erkin dotsent" ilmiy darajasini oladi, lekin, eng muhimi, kvant statistikasiga doir o`zinig mashhur ishini yaratadi. 1926 yil dekabrida u Rim universitetida yangi ta`sis etilgan nazariy kafedra professori lavozimini egallaydi. Bu yerda u yosh fiziklar jamoasini birlashtiradi, unga Razetti, Amaldi, Segre, Pontekorvo va zamonaviy fizikasining italyan maktabini tashkil etgan boshqalar a`zo bo`lishgandi.

Rimda Fermi 1938 yilga qadar ishladi. Ayoli Lauraning kelib chiqishi yahudiy bo`lganligi uchun o`sha davrda o`rnatilgan fashist tuzumi oilasi tinchligiga rahna soladi. Stokgolìga oilasi bilan birga Nobel mukofotini olgani ketgan Fermi Italiyaga qaytib kelmaydi va Nyu-Yorkga ketadi, bu yerda u Kolumbiya universiteti fizika professori bo`lib oladi.

Fermining Amerikada yashash davri atom energiyani qo`lga kiritish ishlari bilan bog`liq. Uning rahbarligi ostida 1942 yil 2 dekabrda Chikagoda dunyoda birinchi yadroviy reaktor ishga tushirildi. Fermi atom bombaning sinovlarida faol ishtiroq etadi. 1945 yil 16 iyunda u bir qancha olimlar qatorida atom bombalarni Yaponiyaga tashlashni tavsiya qilgan va Xirosimaning shavqatsizlarcha bombardimonini "chiroyli fizika" deb atadi. Urushdan so`ng u Chikago universitetining fizika professori va yangi tashkil etilgan yadroviy muammolar instituti xodimi bo`lib oldi.

Fermi 1954 yil 29 noyabrda vafot etdi.

1934 yilga qaytib, biri-biridan mustaqil ravishda D.D.Ivanenko va I.E.Tamm tomonidan yadroviy kuchlar tabiati haqidagi bildirgan gipotezani qayd etib o`tish lozim bo`ladi. 1934 yilda "Nature" da bosilib chiqqan maqolasida Tamm yadroviy o`zaro ta`sirlarni nuklonlar orasida yengil zarralar almashinuvi jarayoni sifatida ko`rib chiqadi. Tamm nazariyasi miqdoriy jihatdan moslikni keltirmasdi, ammo Ivanenko va Tamm bildirgan yadroviy o`zaro ta`sirlashuvning umumiy g`oyasi yadroviy fizikada saqlanib qoldi. Ushbu g`oya asosida 1935 yili Xideki Yukava yadroviy o`zaro ta`sirlashuvlarga javobgar oralik massalarga ega zarralar (mezonlar) mavjudligini bashorat qiladi. Taxminan 200 elektron massaga ega oraliq massali zarralar haqiqatdan ham 1937 yili kosmik nurlar tarkibida kashf qilindi. Ammo, tez orada keyinchalik μ-mezonlar deb nomlangan ushbu zarralar nuklonlarga hech qanday aloqasi yo`qligi aniqlandi. Faqatgina 10 yildan so`ng S.Pauell kosmik nurlar tarkibida yadroviy o`zaro ta`sirlashuvlar jarayonida nuklonlarni hosil qiluvchi va yutuvchi nisbatan og`irroq π-mezonlarni topdi.

Yadroviy izomeriyaning kashf qilinishi

1935 yili fiziklar I.V.Kurchatov, B.V.Kurchatov, L.I.Rusinov, L.V.Mo`sovskiy radioaktiv brom $Br^{80}$ uchun yadroviy izomeriya hodisasini kashf qilishadi. Xuddi shu yili I.V.Kurchatov sekin harakatlanuvchi neytronlar reaksiyalari ustida ish olib borardi. Bunda neytronlarning tezligiga qarab murakkab bog`lanish mavjudligi, shu jumladan, neytronlarning rezonans yutilishi aniqlandi. Neytronlarning rezonans yutilishi fakti Fermi tomonidan topilgandi. Kurchatov yadroni parchalashga doir tadqiqotlar natijalarini 1935 yilda chiqqan "Atom yadro parchalanishi" kitobida umumlashtirdi.

E.Fermi, neytron bombardimoni orqali g`alayonlantirgan radioaktivlik yuzasidan olib borgan tadqiqotlarni davom ettirib, Kurchatov tomonidan kashf qilingan yadroviy izomeriya mavjudligini tasdiqladi. "Biz ham Kurchatov va boshqalar tomonidan topilgan davri taxminan 36 soatga teng uchinchi radioaktiv izotop *Br* mavjudligini ta`kidladik, ularning β-nurlarga doir tajribalarini tasdiqladik" deb yozishadi Fermi, Amaldi, D'Agostino, Pontekorvo, Segre.

1936 yilda E.Amaldi va E.Fermi hamkorlikda yozishgan "Sekin harakatlanuvchi neytronlarning yutilishi va diffuziyasi haqida" ishida ham I.V.Kurchatov, L.A.Arsimovich, L.V.Misovskiylar tomonidan ochilgan neytronlarning rezonans yutilishini tasdiqlaydilar. Neytronlar yutilishi bog`lanishi qonuniga ko`ra qamrab olish kesimi neytronlarning tezligiga teskari proporsionaldir, bu qonun bir qator hollarda buziladi. Ma`lum tezliklarda ayrim

elementlar neytronlarni ayniqsa kuchli yutadilar. Ammo eng to`lqinlantiruvchi masala - transuran elementlar masalasi - ochiq qolayotgandi. Sun`iy radioaktivlikga doir ishida Fermi "Turli kimyoviy eksperimentlar yo`li bilan Gan va Meytnerlar ham 13 minutli va 100 minutli aktivliklar, extimol, transuran elementlari tufayli sodir etilishi mumkin degan xulosaga kelishdi. Biz ushbu tajribalarning ayrimlarini takrorladik va xuddi shunday natijalarni qo`lga kiritdik" deb yozgandi.

Fermi 1938 yildagi Nobel mukofotini olishda bildirgan konsepsiyalariga amal qiladi. Uranni neytronlar bilan bombardimon qilishda hosil bo`lgan faol eltuvchilari haqida gapirar ekan, u "Biz xulosa qilishimizcha, eltuvchi bo`lib atom raqami 92 dan katta bo`lgan bitta yoki ko`proq elementlar bo`lgan. 93, 94 elementlarni biz o`zimiz Rimda mos ravishda avsoniy va gesperiy deb nomladik. Ma`lumki, O.Gan va L.Meytnerlar nurlantirilgan uranning parchalanish mahsulotlarini batafsil va keng miqyosda o`rganib chiqdilar va ularning ichidan atom raqami 96 bo`lgan elementigacha topishga muvaffaq bo`ldilar" deb xulosa qiladi.

Nutq Stokgolmda 1939 yilda bosilib chiqdi, bunda Fermi, Gan va Shtrassmanlar tomonidan qilingan kashfiyotlari tufayli "transuran elementlarining barcha muammolarini" qayta ko`rib chiqish zarurligi haqida izoh kiritishiga to`g`ri keldi.

Uran parchalanishi

Ushbu kashfiyotning tarixida to`xtalib o`taylik. U bir qator axtarish va xatolariga yakun yasadi.

Transuran elementlar haqidagi Fermi qilgan xabaridan keyinoq nemis kimyogar Ida Noddak kimyoviy jurnalda maqolani e`lon qiladi, unda neytronlar ta`siri ostida yadrolar bombardimon qilinuvchi elementlariga qo`shni bo`lmagan izotoplarga parchalanishi mumkinligi ko`rsatilgandi. Fermi, Gan va boshqa fiziklar Noddakning taxminini bema`ni deb hisoblashdi.

1936 yilda neytronlarni qamrab olish masalasi bilan Bor qiziqib qoladi. "Nature" da bosilib chiqqan "Neytronni qamrab olish va yadro tuzilishi" maqolasida u "yadroviy reaksiyalarining odatiy tuslari neytronlar bilan to`qnashganda namoyon o`tiladi" deb ko`rsatadi va "sun`iy radioaktivlikga doir eng qiziqarli ma`lumotlar Fermi va uning xodimlari tomonidan tez neytronlar hamda issiqlik neytronlari bilan bombardimon qilinganda olingan" deb ta`kidlagan. Ushbu ma`lumotlarni tahlil qilgan Bor, neytronni qamrab olinishi bilan bog`liq bo`lgan yadroviy reaksiyalarni biri biriga bog`liq bo`lmagan ikki xil bosqichga ajratish mumkin degan xulosaga keladi.

Birinchi bosqich shundan iboratki, yadro tomonidan neytron qamrab olinishi "ajoyib barqarorligi bilan tasniflanuvchi tuzilma sistemaning paydo bo`lishiga olib keladi". Ushbu "kompaund-yadro" g`alayonlangan holatda bo`lib, bunda energiya yadroning barcha zarralari orasida taqsimlanadi va keyinchalik (ikkinchi bosqichda) gamma-nurlanish ko`rinishida chiqib ketishi yoki "yadro sirtidagi biror zarrada qayta to`planishi mumkin", natijada ushbu zarra yadroni tark etishi mumkin.

Bor nazariyasidagi eng muhim momenti - bu yadro murakkab tizim ekanligi tasavvuridir. Neytron yadroning alohida biror zarrasi bilan ta`sirlashmay, balki yadroni tashkil etgan zarralarning butun bir majmuasiga energiyasini beradi. Neytron yadro tomonidan qamrab olinganida "mos keluvchi bir jism masalasiga tayangan nazariya ... o`zining butun ahamiyatini yo`qotadi", "bu yerda avval boshdan biz yadroni tashkil etuvchi zarralar orasidagi o`zaro ta`sirlashuvining jamoa aspekti bilan ish ko`ramiz".

Bor nazariyasi haqida 1936 yil martida I.E.Tamm atom yadrosi muammosiga bag`ishlangan ma`ruzasida gapirgandi. Dokladga doir chiqqan Ya.I.Frenkel "Bor nazariyasiga ko`ra murakkab yadro ma`lum jihatdan biri-biriga qattiq bog`langan va ko`psonli zarralardan tashkil topgan qattiq yoki suyuq jismga o`xshash. Bundan tabiiy holda yadroni tashkil etuvchi zarralarning butun majmuasiga yopishib qolgan neytron bag`ishlashi mumkin bo`lgan energiyani o`ziga xos issiqlik energiya deb qarash mumkinmikan degan fikr keladi. Bu holatdagi sistema shu energiya va zarralar soniga mos keluvchi qandaydir harorat bilan tasniflanadi. qizigan yadro bug`lanib ketishi uchun qandaydir extimoliga ega, va ana shu bug`lanish biz tomondan yadrodan otilib chiqqan neytronmi, protonmi yoki alfa-zarra sifatida qabul qilinuvchi narsa bo`lib qabul qilinadi..." deb aytgandi.

Ya.I.Frenkel o`zining fikrlarini xuddi shu, 1936 yili bosilib chiqqan "Og`ir yadrolarning "qattiq" modeli haqida" nomli maqolasida bayon etdi. Bor Ya.I.Frenkelíing fikrini ma`qulladi va 1937 yili o`qigan "Atom yadrolarining o`zgarishlari" ma`ruzalarida neytronni qamrab olish natijasida yadroning "harorati ko`tarilishi", bunda elastik tebranishlarni bajaruvchi yadro "deformasiyalanishi" haqida gapirgandi. Bor, yadro tomonidan neytronni chiqarilishi "past haroratlarda suyuq yoki qattiq jismlarning bug`lanishiga o`xshatishlik ayniqsa muvaffaqiyatli tasavvurdir" deb ko`rsatadi va "Ya.I.Frenkel ilk bor tuzilma yadrodan neytron otilib chiqishi extimolligiga bug`lanish uchun ishlatiladigan odatiy formulani qo`llash mumkinligini taklif qildi" deb qayd etadi.

Ammo Bor ham, Frenkel ham yadro suyuq tomchi sifatidagi g`oyani rivojlantirib o`tirishmadi, ular "qattiq" modelida to`xtaldilar. Eksperimentatorlar ham, nazariyotchilar ham bo`linish hodisasiga juda yaqin kelardilar, ammo, yadroviy reaksiyalar haqidagi barcha tasavvurlarga mahliyo bo`lgandek, ishning mohiyatini ko`raolmasdilar.

1938 yildagi yana bitta nazariy natija haqida eslab ko`raylik. Gans Bote yulduzlar energiyasini tushuntirib beruvchi nazariyani taklif qildi. Ushbu nazariyaga ko`ra energiya vodorod yadrolarining geliy yadrolariga sintez qilinishi natijasida ajralib chiqadi. Bote, salmoqli energiya ajralishi bilan kechuvchi ohir-oqibat vodorodning geliyga aylanishiga olib keluvchi uglerod-azot siklni taklif qildi.

1938 yilda Fermi qo`lga kiritgan natijalari tufayli yuzaga kelgan murakkab situasiyaning yechimi topildi. Situasiyaning murakkabligi radioaktivli izotoplarining mo`lligi bilan izohlanardi, ustiga ustak, Kurchatov tomonidan izomeriyaning kashf qilinishi holatni yanada murakkablashtirardi. Uranni neytronlar bilan bombardimon qilish natijasida hosil bo`ladigan mahsulotlarining zanjirli chigalini yechish oson emasdi. Avval Xaláan bilan undan so`ng

yugoslaviyalik Pavel Savich bilan ishlagan Iren Kyuri yarim parchalanish davri 3,5 soatga teng va toriyga o`xshab ketadigan radioaktiv moddani qo`lga kiritadi. Gan, ushbu natijani tekshirib chiqar ekan, Kyuri va Savichlar keyinchalik *R* (3,5 soat) deb nomlagan ushbu mahsulot toriy bo`lishi mumkin emasligini ko`rsatadi. Iren Kyuri va Savichlar Gan xulosasini ma`kullashdi va tajribalarni davom ettirib, *R* (3,5 soat) mahsulot o`z xossalariga ko`ra aktiniyga, va undan ham ko`proq lantanga o`xshab ketishini ko`rsatishadi. Ular, ushbu *R* (3,5 soat) mahsulot lantan bilan birga ajralib chiqishini ta`kidlashdi: "Umuman olganda *R* (3,5 soat) ning xossalari lantan xossalari bilan bir xildir". Ammo lantan radioaktiv emas, shuning uchun aktiv moddani lantandan ajratib olish imkoni bor deb hisoblaganlar. I.Kyuri va P.Savich o`tkazgan tajribalari haqidagi lavha 1938 yilning yozida bosilib chiqdi.

Gan u davrda Shtrassman bilan ishlayotgandi, chunki Avstriya Gitler tomonidan ishg`ol qilinganligi uchun L.Meytner Stokgolmga ketib qolgandi. Kyuri va Savichlar yozgan maqolalarini o`qigan Gan avvaliga lol bo`lib qoladi, u, Kyuri va Savich ikkalovi chalkashliklarida butunlay adashib qolishibdi, deb o`ylaydi va ularning tajribalarini batafsil tekshirib chiqishga qaror qiladi. Gan quyidagicha fikr yuritadi: agar *R* (3,5 soat) lantanning analogi bo`lsa, unda uning ona mahsuloti bariyga analog bo`lgan radiyga o`xshashi kerak. Gan va Shtrassmanlar tomonidan kuzatilayotgan sohta radiy haqiqatdan ham radiyning barcha xususiyatlariga ega edi. 1938 yil 20 dekabrda yangi elementni identifikasiya qilishga doir olib borilgan ko`pgina tajribalar natijasida ular, bombardimon qilish oqibatida hosil bo`lgan mahsulotlari ichida, shubhasiz, bariy ham mavjuddir degan xulosaga uzil-kesil kelishdi. "Kimyogarlar sifatida biz bu yerda qisqa bayon etilgan tajribalaridan yuqorida keltirilgan sxemani sezilarli darajada o`zgartirishimiz lozim va *Ra, Ac, Th* belgilari o`rniga *Ba, La, Ce* belgilarni kiritishimiz lozim. Fizika bilan bevosita bog`liq "yadroviy kimyogarlar" sifatida avvalgi barcha eksperimentlarga zid bo`lgan bu qadamni qo`yishga botinaolmaymiz" deb yozishadi ular axborotlarida.

Gan va Shtrassmanlarning maqolasi 1939 yilning yanvarida "Uranni neytronlar bilan nurlantirilganda ishqorli metallarning paydo bo`lishi isboti va ularning xossalari" sarlavhasi ostida bosilib chiqdi. Ammo, maqola bosilib chiqmasdanoq Gan o`zining olgan natijalarini bayon etuvchi xatni Meytnerga yuboradi. O`sha paytlarda Meytnerni rojdestvo ta`tilida ko`rib ketish maqsadida Bor qo`lida ishlayotgan jiyani Otto Frish kelgandi. Meytner unga Gan yuborgan xatini ko`rsatadi va xatning mavzusiga doir Frishning befarqligiga ish o`ta muhimligini va urandan bariy chiqishini tushuntirib berish zarurligini aytadi. Chang`ida uchish sayri mobaynida ular masalani ham yechishadi: yadro bo`linishi oqibatida parchalarga bo`linadi, ular elektrostatik itarishish ta`siri ostida taxminan 200 *MeV* energiyaga ega bo`ladi, bu esa, aynan massa defekti bilan bog`liq bo`lgan energiyani tashkil etadi.

Kopengagenga qaytgan Frish Amerikaga otlangan Borga Gan va Shtrassmanlar qilgan kashfiyoti izohlanishini ma`lum qiladi. "Eslaymanki, men gapira boshlashim bilan u peshanasini shapatilab urdida va "Munchalik nodon bo`lmasak! Biz bularni oldinroq payqashimiz kerak edi-ku" deb hayqirib yubordi".

Frish ionizasion kamera yordamida o`ziga xos eksperimentni o`tkazdi, "uning yordamida bo`linish parchalari hosil qiladigan ionizasiya tufayli yuzaga keladigan katta impulslarni osongina kuzatish mumkin edi".

16 yanvarda Frish va Meytnerlar maqolani bosib chiqarishadi, bunda, xususan, amerikalik biolog Arnold tomonidan ilk bor Frish esiga solgan "bo`linish" atamasi ishlatilgandi.

1939 yil 26 yanvarda Vashingtonda nazariy fizikaga doir bo`lib o`tgan konferensiyada Bor uran parchalanishi kashfiyoti haqida ma`lum qiladi. Ma`ruza tugamasdanoq fiziklar o`zlarining laboratoriyalarida bu axborotni tekshirish masadida o`tirgan joylarini ketma-ket tark eta boshlashdi. Parchalanishga doir tadqiqotni F.Jolio o`tkazardi. 1939 yil 30 yanvarda u Parij fanlar Akademiyasida neytronlar ta`sirida uran va toriylarning parchalanishi eksperimental tasdiqlangani haqida axborot beradi. 1939 yil 20 fevralda u uran yadrolarini parchalanishini (Jolio "portlash" haqida gapirgandi) Vilson kamerasi usuli yordamida bo`linish tasvirlarini olgan va namoyish etgan. Xuddi shu yilning 8 martida Jolio Xalban va Kovarskiylar hamkorligida "Nature"da lavhani e`lon qiladi, bunda uranning yadroviy portlashida neytronlar chiqarilishi haqida gapirilgandi. "Shubhasizki, kuzatilayotgan hodisa ekzoenergetik zanjirli reaksiyalar amalga oshirish nuqtai nazaridan qiziqarlidir" deb yozishadi ular. *U, Th* og`ir yadrolarining parchalanishi "katta elektr zaryadga ega suyuq tomchining kapillyarlik beqarorligi" bilan izohlanadi.

1940 yil 28 iyulda N.Bor va J.Uillerlar "Yadrolarning bo`linish mexanizmi" maqolasini taqdim etadilar, unda "suyuq tomchi tasavvuridagi yadro modeli asosida yadroning bo`linish mexanizmi tushuntirilishi" berilgandi. Yadrolarning bo`linishini bashorat etishi mumkin bo`lgan suyuq tomchi modeli bo`linish mexanizmini tushuntirishda faol "ishlay" boshladi. Bor va Uillerlar, sekin harakatlanuvchi neytronlar ta`siri ostida uran-235 ning izotoplari bo`linishini va bo`linishda kuzatiladigan neytronlar "bevosita bo`linish jarayonida payda bo`laolmasligi"ni ko`rsatishdi. "Neytronlarning kechikib boruvchi nurlanishi haqiqatdan ham yadroviy g`alayonlanishning natijasidir, u neytronlarning beta-parchalanishiga hamroxdir".

Yadro bo`linishi zanjirli reaksiyasining amalga oshirilishi

Endi parchalanishning zanjirli reaksiyasi va bo`linishda hosil bo`ladigan vayron qiluvchi portlovchi kuchga ega energiyani amalda qo`lga kiritish imkoniyati masalalari butun gavdasi bilan tahliqa soladigan bo`ldi. Bu masala mash`um tasodifga ko`ra fashist Germaniya tomonidan boshlab qo`ygan jahon urushi bilan bog`lanib ketdi. Gitlerchilar o`z ixtiyorlariga ulkan vayron qiluvchi kuchga ega qurolni kiritishi mumkinligiga tahliqaga tushgan Eynshteyn AQSh prezidenti Ruzveltga yuborilgan xatni imzolaydi, unda ushbu tahliqa haqida ogohlantirilgandi va atom energiyaga doir ishlarni boshlab yuborish zarurligi haqida tavsiya qilgandi.

Amerikada atom bombasining yaratilish tarixi takror va takror bayon qilingan. Birinchi yadroviy reaktor Chikagoda Enriko Fermi rahbarligi ostida 1942 yil 2 dekabrida ishga tushirilganligi haqida yozgandik. Atom bomba Los-Anjelesda

Robert Oppengeymer rahbarligi ostida butun dunyodan yig`ilgan olimlar guruhi tomonidan yaratilgandi. Sinov 1945 yil 16 iyulda Nyu-Meksikoning sahroli xududida olib borildi.

Sobiq Sovet Ittifoqida atom energiyani qo`lga kiritishga doir ishlar Ulug` Vatan urushi ayni qizigan paytida boshlandi. Og`ir sharoitda sovet olimlari jasorat ko`rsatdilar hamda "atom va vodorod qurollarini yaratishga doir ishlarida buyuk muvaffaqiyatlarga erishdilar". Ushbu jasoratga akademik Igor Vasilyevich Kurchatov rahbarlik qilardi.

I.V.Kurchatov. Kurchatov 1903 yil 12 yanvarda Janubiy Uraldagi Sim qishlog`ida (Sim zavodi) o`rmonchi yordamchisi V.A.Kurchatov oilasida tug`iladi. Igor gimnaziyaga kirishiga yaqin oila Simbirskga ko`chib o`tadi, Igor gimnaziyadagi o`qishini o`sha yerda boshlaydi. Ammo oiladagi to`ng`ich qizi kasallanib qolishi tufayli Kurchatovlar Simferopolga ko`chib o`tadilar. Igor imperialistik va grajdan urushi yillarida o`qishga to`g`ri kelgan. Krimni nemis bosqinchilari, Antanta qo`shinlari, turli-tuman oq gvardiyachilar ishg`ol etardilar.

O`qish oson kechmadi. Ocharchilik va vayrongarchilik o`z hukmini o`tkazardi. Kurchatov hech qanday ishdan qochmasdi. U oddiy ishchi ham bo`ldi, mehribonlik uyida tarbiyachilik qildi, avtokolonnada dispetcherlik qildi, kinoxonada qorovulchilik ham qildi.

1923 yilda Kurchatov muddatidan vaqtliroq universitetni tugatadi va o`qishini Petrograddagi Politexnika institutida davom ettirmoqchi bo`ladi. Bu yerda u kemasozlik fakulòetining 3-chi kursiga qabul qilinadi. Piterlik talabaning moddiy ahvoli ancha og`ir edi va Kurchatov Slutsk (Pavlovsk) shahrining magnit-meteorologik rasadxonasiga ishga yollanadi. Bu yerdan bo`lajak olimning mehnat yo`li boshlanadi. Uning "qorning radioaktivligi masalasiga doir" maqolasi 1924 yili bosilib chiqadi.

Politexnika institutidagi o`qishi o`sha, 1924 yili uzilib qoldi. Rasadxonaning bosh fizigi N.I.Kalitin taklifiga ko`ra Kurchatov u bilan birgalikda safarga, Feodosiyadagi Gidrometeorologik markazga ketadi. Kuzatuvchining odatiy yumushlaridan tashqari I.V.Kurchatov tadqiqot ishlarini ham o`tkazardi. U tadqiqotlarining natijalarini "qora dengizda ko`tarilish-pasayishlarni o`rganishda garmonik tahlilni qo`llash tajribasidan" va "qora va Azov dengizlarida seyshlari" maqolalarida bayon qiladi.

1924 yil kuzida Kurchatov Boquga keladi, u yerga uni Tavriya universitetidagi o`qituvchisi S.N.Usatiy assistent lavozimini egallashga taklif qilgandi. Uning universitetdagi do`sti K.D.Sinelnikov ham shu yerda ishlardi, Sinelíikovning singlisi Mariya Dmitriyevna keyinchalik Kurchatovga tegadi.

Boquda I.V.Kurchatov qattiq jism elektroliziga doir ishni bostirib chiqaradi. U o`zida fizikaga layoqatini his etadi va katta fizikada ishlab ko`rishga qaror qiladi. O`sha davrlarda zamonaviy fizikaning markazi deb A.F.Ioffe tashkil qilgan Leningrad fizika-texnika instituti hisoblanilardi. Boqudan K.D.Sinelnikov o`sha yerga ketgandi, Kurchatov ham o`sha yerga ketdi. 1925 yil 1 sentyabrda Kurchatov Fizika-texnika instituti xodimi etib tayinlandi.

Leningraddagi boqulik fiziklarining birinchi bosma ishlari bu I.V.Kurchatov va K.D.Sinelnikovlarning "Sekin harakatlanuvchi elektronlarning metall folãalardan o`tish masalasiga doir" maqolasi bo`ldi.

Tezda Kurchatov, Sinelnikov va P.P.Kobekolar dielektriklar xossalarini o`rganishga kirishib ketdilar. Dielektriklar xossalarini o`rganishga qiziqish elektrotexnik sanoati extiyojlaridan kelib chiqqandi. A.F.Ioffe o`ta pishiq yupqa qatlamli izolyatorlar yaratish g`oyasi bilan band edi. 1926 yil dekabrda bo`lib o`tgan fiziklarning yig`inida u yon cho`ntagidan chiqarilgan kuchlanganligi $150 \cdot 10^6$ *V/sm* gacha bo`lgan elektr maydonlarga chidash beradigan plastinkalarni namoyish etadi. Bu g`oya bilan Kurchatov ham qiziqib qoladi. Ammo A.P.Aleksandrov, Kurchatov va uning hamkasabalari tomonidan izolyatorlarning pishiqligini o`lchashda bajarilgan hisob-kitoblarida xatolik mavjudligini va qatlam qalinligi kamayishi bilan bu xatolik ortib borishini isbotlab beradi. Yupqa qatlamli izolyatorlarining g`oyasi amalga oshmaydigan fikrga aylandi.

Muvaffaqiyatsizlik Kurchatovni izdan chiqarib yubormadi. U, segnet tuzi kristallarida yuqori kuchlanishli qutblanishni tadqiq qilgan holda dielektriklar ustidan ish olib borishni davom ettirdi. Bu dielektrikni o`rganishda kelib chiqadigan ziddiyatlar sabablarini va xatoliklar manbalarini batafsil o`rgangan I.V.Kurchatov kristallga kuchlanishni qo`yishning yangi uslubiyatini qayta ishlab chiqadi. Kuchlanish eltuvchi elektrodlar sifatida Kurchatov va Kobekolar segnet tuzining to`yingan eritmasidan foydalanishadi. Chiqqan natijalar biri-biriga mos kelardi va shu bilan birga g`aroyib edi. Maydon kuchlanganligi 200 *V/sm* da kristallning dielektrik o`tkazuvchanlik qiymati xonaki haroratda 9300 ga teng bo`lib chiqdi. Mana shunday tarzda dielektriklarning yangi sinfi kashf qilindi, ular I.V.Kurchatov tomonidan segnetoelektrik deb nomlandi. Bu hodisani o`rganishga doir ko`pyillik tadqiqotlar sikli 1933 yilda bosib chiqarilgan "Segnetoelektriklar" monografiyasi bilan yakunlandi.

I.V.Kurchatov fan va texnika uchun katta va muhim bo`lgan fizik tadqiqotlarining sohasini topgan edi. U bilan birga uning akasi Boris Vasilåvich Kurchatov hamda boshqa fiziklar ham ishlardi. U ushbu sohada umrining ohirigacha ishlashi mumkin edi, ammo uning o`zi boshqacharoq qaror qildi. 1932 yil birinchi o`ringa yadro fizikasini qo`yadi. Fizika-texnika institutida 1932 yilning noyabrida yadroga doir seminar tashkil etiladi. Uni A.I.Alixanov, D.D.Ivanenko, I.V.Kurchatov, D.V.Skobelöinlar tashkil etishadi. Shu paytdan boshlab I.V.Kurchatovning qiziqishlari yadroviy fizikaga qaratildi. U seminarning faol qatnashchisi edi, atom yadrosiga doir Birinchi Butunittifoq konferensiyasining Tashkiliy komiteti raisi bo`ldi. Leningradda 1933 yil sentyabr oyida bo`lib o`tgan ushbu konferensiya haqida ko`p marotaba gapirishga to`g`ri keladi.

Aytib o`tish joizki, sobiq Sovet Ittifoqida yadroviy fizikaning tutgan o`rni achinarli ahvolda edi. To`g`risi aytilsa, to`ntarishdan avval Rossiyada radioaktivlikga doir, asosan geofizika va geokimyo bilan bog`liq ishlar boshlangandi. U davrda V.I.Vernadskiy (1863 - 1945) olib borgan ishlari ayniqsa muhim edi, u 1910 yildan boshlab Rossiyada radiy va uran konlarini tadqiq qilgan, radiy va uranning dastlabki radiokimyoviy tadqiqotlarini olib borgan, radioaktiv usulni yer jinslarini o`rganishiga tadbiq qilgandi. V.I.Vernadskiy atom

energiyaning kelajagiga qattiq ishongan va 1922 yildayoq ushbu kashfiyot tufayli yuzaga keladigan javobgarligi haqida olimlarni ogohlantirgan. "Biz insoniyat hayotidagi muhim burilishga yaqinlashib bormoqdamiz, uni inson avval ko`rgan-kechirganlari bilan hech qanday taqqoslab bo`lmaydi. Yaqin orada inson o`z qo`liga atom energiyani kiritadi, u hayotini istagan zayilda qurishga imkon beradi... Olimlar o`zlarinig ilmiy ishlari mahsulining oqibatlariga, ilmiy progressga befarq bo`lmasliklari kerak. Ular o`zlari kashf qilgan narsalarining oqibatlariga javobgar ekanliklarini his etishlari lozim. Ular o`zlarining ishlarini insonning butun dunyo tashkiloti bilan bog`lashlari shart" deb yozgandi u. Xuddi shu, 1922 yilda V.I.Vernadskiy Petrogradda Radiy institutini tashkil etadi, unda o`zi 1939 yilga qadar direktorlik lavozimini egallaydi. Ushbu institutda 1918 - 1921 yillarda birinchi rus radiyli zavodini tashkil etgan mashhur radiokimyogar akademik V.G.Xlopin (1890 - 1950) ham ishlagandi.

Fiziklardan Stoletovning safdoshi bo`lgan Moskva universiteti professori A.P.Sokolovni (1854 - 1928) tilga olishimiz mumkin, u universitet qoshida radioaktivlikga doir praktikumni yaratgandi. Ushbu praktikumni yaratishda A.P.Sokolov Parijga, M.Kyuri xuzuriga, uning shog`irdi K.P.Yakovlev esa Manchesterga, Rezerfordga borishgandi. Shunday qilib, 1912 - 1913 yillardan boshlab Moskva universiteti qoshida radioaktivlikga doir maxsus praktikum ishlay boshladi.

A.P.Sokolov ikkita, ya`ni, fizik va kimyo bo`limlaridan iborat radioaktiv laboratoriyani tashkil etdi. A.P.Sokolovning o`zi havo, mineral suvlar, shifobahsh loylar, manbalar va tuproqlar radioaktivligini tadqiq qilardi.

Shunday qilib, Rossiya radioaktivlik sohasida ishlash uchun ma`lum kadrlarga ega edi. Parijdagi radiy Instituti, Kembridjdagi Kavendish laboratoriyasi kabi ilmiy markazlar bilan ilmiy aloqalar o`rnatilgandi. To`ntarishdan oldin keng radiologik tadqiqotlar olib borilgan, shu jumladan, radioaktiv ma`danlar joylashgan konlari aniqlangan. To`ntarishdan so`ng 1921 yilda Radiy instituti tashkil etilgunga qadar radiologik tadqiqotlar Rentgen fizika-texnika institutining rentgenoradiologik bo`limida olib borildi.

L.V.Misovskiyning kosmik nurlarga doir olib borgan ishlari keng tanildi. L.V.Misovskiy va P.I.Chijov 1926 yilda α-zarralarni o`rganish uchun qalin qatlamli plastinalar usulini qayta ishlab chiqdilar.

Biz, shuningdek, D.V.Skobeltsinni ham tilga olgandik, u Kompton effektida qaytish elektronlarni tahlil qilishda magnit maydonga joylashtirilgan Vilñon kamerasidan foydalangandi (1927 y.). Maydon ta`sirida og`mayotgan katta energiyali elektronlarning izlarini topgan Skobeltsin ularni kosmik nurlarga yo`yadi va 1929 yilda kosmik zarralar oqimini ilk bor tasvirga tushiradi, bu tasvirda pozitron ham qayd etilgandi. Ammo Skobeltsin qo`llagan magnit maydon zarrani ishonchli darajada identifikasiya qilish uchun juda zaif edi. Atom yadrosi muammolariga bag`ishlangan Birinchi Butunittifoq konferensiyada D.V.Skobeltsin kosmik nurlarni o`rganishga doir magnit maydonga joylashtirilgan Vilson kamerasi usuli bilan olib borilgan tadqiqot ishlari haqida gapiradi.

Biroq, umuman olganda 1932 yilga qadar sobiq ittifoqda yadroviy fizika ibtidoiy holda edi. I.V.Kurchatovning yadro fizikasiga kelishi fizikaning ushbu

sohasi rivojlanishini rag`batlantirdi. Zaryadlangan zarralarning yuqori kuchlanishli tezlatgichlari qurila boshlandi.

Bunday tezlatgichlar Xarkovdagi Ukraina fizika-texnika institutida A.K.Valter va K.D.Sinelnikovlar tomonidan ishga tushirilgandi. Ushbu tezlatgichlarda yadrolarni parchalashga doir dastlabki reaksiyalar olib borildi. I.V.Kurchatov Leningraddagi fizika-texnika institutida tezlatgich qurilishiga rahbarlik qilayotgandi, ammo xarkovlik guruh bilan aloqa bog`lab turardi. Vafotidan biroz avvalroq "Pravda" gazetasida bosilib chiqqan so`nggi maqolasida Kurchatov "O`ttizinchi yillar boshlarida Ukrainada rivojlanib kelayotgan atom fizikasining sarchashmasida bo`lishimga nasib etdi. O`sha davrda men 1928 yil oktyabrida ta`sis etilgan yosh Fizika-texnika institutiga tez-tez tashrif buyurib, Leningraddan ular bilan ilmiy faoliyatimni boshlagan o`zimning eski qadrdonlarim K.D.Sinelnikov, A.K.Valter va A.I.Leypunskiylar bilan ishlardim...

Xarkovda K.D.Sinelnikov bilan birga biz atom yadrosi tadqiqotlari uchun zaryadlangan zarralarni tezlashtiruvchi yangi yuqori kuchlanishli o`rnatmalar yaratish ustida ish olib borardik. A.K.Valter bilan birga atom yadrolarini tadqiq qilish uchun impulñli va elektrostatik tezlatgichlarni qayta ishlardik... A.I.Leypunskiy bilan birgalikda undan biroz avval ingliz Chedvik tomonidan kashf qilgan neytronlar yordamida atom yadrolariga doir tadqiqotlar o`tkazilgandi".

I.V.Kurchatov nafaqat LFTI va UFTIda ishlaydi, u shuningdek o`zi professor bo`lgan M.I.Pokrovskiy nomidagi Leningrad pedagogika institutida ham yadro fizikasiga doir ilmiy va pedagogik faoliyatini yuritadi.

1935 yilda yadro fizikasida fundamental kashfiyot qilindi. Neytronlar bilan bromning ikkita izotopi Br^{74} va Br^{81} larni nurlantirib, I.V.Kurchatov, B.V.Kurchatov, L.P.Rusinov va L.V.Misovskiylar kutilgan ikkita radioaktiv mahsulot o`rniga davrlari 18 minut, 4.4 soat va 34 soat bo`lgan uchtasini qo`lga kiritadilar. Ana shunday tarzda bromda ikkita izomerli yadrolar mavjudligi kashf qilindi.

Yadroviy izomeriyaning kashf qilinishi chet eldagi tadqiqotchilarining e`tiborini o`ziga qaratdi.

1935 yilda I.V.Kurchatovning "Atom yadrosini parchalash" kitobi bosilib chiqdi, unda yadrolarni parchalashga doir tajribalar obzori soddaroq shaklda berilgandi.

1937 yil 20 - 26 sentyabr kunlari Moskvada atom yadrosiga doir Ikkinchi Butunittifoq konferensiyasi bo`lib o`tdi. Birinchi konferensiya o`tgandan beri to`rt yil davomida ancha ishlar qilinganligi ayon bo`ldi.

Sun`iy radioaktivlik va neytronlar ta`sirida yadrolardagi o`zgarishlari kashf qilinishi yadroviy tadqiqotlar rivojlanishini juda kuchli rag`batlantirgandi. Konferensiyada V.Pauli, kosmik nurlarining mashhur fransuz tadqiqotchisi Oje, ingliz olimlar Vilyams va Payterlslar ishtiroq etishgandi.

K.D.Sinelnikov Xarêovda Van-de-Graaf tezlatgichi qurilganligi haqida ma`lum qildi. Tezlatgichdagi sharlarining diametri 10 m ni tashkil etgan, tezlatuvchi quvurining uzunligi 15 m, undagi gazning bosimi simob ustunining $4 \cdot 10^{-6}$ *mm* ga yetardi. Tezlatgich protonlarga bag`ishlagan energiyasi 2,5 *MeV* ga yetardi.

V.P.Rukavishnikov Radiy institutida siklotron yaratilishi haqida gapirib berdi. Siklotronni yaratishga doir ishlar ancha og`ir kechgandi. 1937 yili tezlashtirilgan protonlarning birinchi dastasi olingandi, ammo tezlatgichni sozlashga doir ishlari 1938 yilda ham, 1939 yilda ham davom etib turildi.

Siklotronni yaratishda I.V.Kurchatov juda ko`p vaqt va kuchini sarfladi. U Vatanda yadro fizikasiga doir texnik bazasi yaratilishi zarurligini yaxshi tushungan va bunga juda katta e`tibor qilgan.

Konferensiyada I.V.Kurchatov sekin harakatlanuvchi neytronlar yutilisha doir tajribalar va u xodimlari bilan birgalikda topishgan neytronlarning selektiv rezonans yutilishi haqida gapirib berdi.

Ikkinchi konferensiyadan keyin atom yadrosiga bag`ishlangan kengashlar bo`lib o`tdi. Ular 1938, 1939 va 1940 yillarda o`tkazildi. I.V.Kurchatov bu kengashlarda albatta bo`ladigan tashkilotchi va ishtiroqchisi edi. 1939 - 1940 yillardagi kengashlarining yetakchi mavzusi yadro parchalanishi bo`ldi. 1939 yili ushbu mavzu yuzasidan I.V.Kurchatovning xodimlari chiqishdi. "Uran parchalanishi" obzor ma`ruzani A.I.Leypunskiy o`qidi. Ma`ruzada u zanjirli reaksiyani amalga oshirish mumkinligi haqida ta`kidlab o`tdi. "Sekin harakatlanuvchi neytron uran yadrosi tomonidan qamrab olinadi, yadro ulkan miqdordagi energiya ajralib chiqishi bilan birga bo`linadi, neytronlar ham nurlantiriladi, ular vodordga ega muhitda sekinlashtiriladi; ular sekinlatilgandan keyin yana uran yadrolari bilan qamrab olinadi va ularni bo`linishga va yana neytronlarni nurlantirishga olib kelinadi va x.k.... Ravshanki, agar bunday jarayon amalga oshirilsa, unda uran parchalanishini amalda qo`llash imkoni tug`iladi" deb gapirgandi Leypunskiy.

Radiy institut xodimi N.A.Perfilov yadroviy parchalanishda qaytgan yadrolarning treklarini kuzatganligi haqida ma`lum qildi. I.V.Kurchatov shog`irdi K.A.Petrjak "Uranni tez harakatlanuvchi neytronlar bilan parchalaganda bo`laklarining energiyasi va to`qnashuvchiz yugurib o`tish yo`li" mavzusida ma`ruza qildi. Uran parchalanish jarayonini kuzatish uchun bu ishda chiziqiy tezlatgichga ulangan ionizasion kamera qo`llanilgandi. Asosan energiyalari 60 va 85 *MeV* bo`lgan ikki xil parchalari kuzatilgan.

V.G.Xlopin uran parchalanishidagi mahsulotlarining kimyoviy tabiati haqida ma`ruza qildi.

I.V.Kurchatovning xodimlari L.I.Rusinov va G.N.Flerovlar uran parchalashga doir tajribalar haqida gapirib berdilar.

Kurchatov, Radiy institutidagi siklotronda hosil qilingan neytronlar yordamida gadoliniy yadrolarini bombardimon qilishga doir tajribalarining natijalari haqida ma`ruza qildi. Kurchatov tomonidan kashf qilingan yadroviy izomeriya "atom yadrosida metastabil holatlar mavjudligini" ko`rsatdi. Bunda metastabil sathgacha g`alayonlantirgan yadro "ichki konversiya elektronlarini nurlantirgan holda ko`proq asosiy holatga o`tadi". Gadoliniy ustidan olib borilgan tajribalar, Kurchatov ko`rsatishicha, "sekin haraqatlanuvchi neytronlarni kuchli yutuvchi gadoliniy bunda sun`iy radioaktivlikni hosil qilmaydi va energiyasi taxminan *keV* tartibida bo`lgan metastabil satha ega deb fikrlashga asos beradi".

Moskvada 1940 yil noyabr oylarida bo`lib o`tgan atom yadro fizikasiga doir kengashda Kurchatovning shog`irdi G.N.Flerov o`zi va K.A.Petrjak bilan birgalikda ochgan uranning o`z-o`zidan parchalanishi hodisasi haqida ma`ruza qildi. Yadroviy fizikadagi ushbu fundamental kashfiyoti haqida Kurchatovning o`zi ham ma`ruza qildi.

I.V.Kurchatov zanjirli reaksiyani amalga oshirishning konkret yo`llarini muhokama qilardi. U Ya.G.Zeläovich va Yu.B.Xaritonlarning nazariy hisob-kitoblarini dalil qilib ko`rsatardi va eng puhta yo`l - bu uran qorishmasini uran-235 yengil izotoplari bilan to`yintirishdan iborat ekanligini ko`rsatadi. Bu yerda hosil bo`ladigan mushkullik - izotoplarni ajratib olish muammosi, ishning muhimligini hisobga olinsa tez orada hal bo`lishi extimoli bor deb o`ylagandi Kurchatov. Kurchatov ichki yadro energiyani qo`lga kiritish yo`lidagi qiyinchiliklardan qo`rqmadi, u dadil ishga kirishib ketdi. Uni rahbarining ishonchiga tayangan yosh tashabbuskorlar o`rab turardi. L.I.Rusinov, G.N.Flerov, K.A.Petrjaklarga I.S.Panasyuk ham qo`shildi, u Politexnika instituti talabasi bo`lgan davrlarda Kurchatov qo`lida tahsil olgandi.

Kurchatov, shuningdek, elektromagnit qutblari diametri 1,2 *m* bo`lgan yangi qudratli siklotron yaratish ustida ham ish oli borayotgandi. Yangi siklotron reja bo`yicha 1942 yil 1 yanvardan ishga tushirilishi kerak edi.

Ammo Kurchatovning rejalarini urush buzib yubordi. Kurchatovning o`zi, Flerov, Petrjak va Panasyuklar - barchasi harbiyga chaqirildi. Kurchatov kemalarni minalardan himoyalash muammosi ustida ish olib bordi. U jangovar sharoitlarda Qora dengizda, qahramon Sevastopol shahrida ishlashga to`g`ri keldi. 1941 yil noyabrida Kurchatov guruhi qamalda qolgan Sevastopoldan Qovqoz sohiliga ko`chib o`tishga majbur bo`ldi. 1941 yil dekabrida Kurchatov Qozonga yuboriladi. U yerda harbiy vazifalar ustida ish olib borayotgan Fizika-texnika instituti joylashgandi. 1942 yil kech kuzida Kurchatov Moskvaga chaqirildi. U yerga A.I.Alixanov ham chaqirtirilgandi. Atom energiyaga doir ishlarni boshlab yuborish qaror qilindi. Dekabrda Kurchatov katta ishlar haqidagi o`ylar bilan to`lib, Qozonga qaytib keladi. Ammo 1943 yil yanvarida uni yana Moskvaga chaqirib qolishadi, u Harbiy-Dengiz Floti ishlari bilan bu safar Murmanskga xizmat safariga yuboriladi. Flot uchun uning so`nggi ishi edi.

1943 yil 5 martta u Moskvaga qaytadi va zo`r g`ayrat bilan atom muammosini xal qilish uchun ishlarni tashkillashtirishga kirishadi. Ishning ko`lami ulkan, odamlarni to`plash, sanoat bilan zarur bo`lgan aloqalarni bog`lash, eng dastlab qilinadigan masalalarni belgilab olish va x.k. Kurchatovning buyuk tashkiliy qobiliyati ulkan vazifani uddalashga yordam berdi.

1946 yil 25 dekabrda atom energiya institutida Yevropa va Osiyo qit`asida ilk bor uran parchalanishining zanjirli reaksiyasi amalga oshirildi. Kurchatov urushdan oldin intilgan ish amalga oshirilgandi. 1949 yil avgust oyida sovet atom bombasining sinovlari o`tkazildi. To`rt yildan so`ng, 1953 yil 8 avgustda TASS Sovet Ittifoqida vodorod bombasi yaratilganligi haqida ma`lum qiladi. 1953 yil 12 avgustda vodorod bomba sinab ko`rildi.

Atom va vodorod qurolning yaratilishi bilan Vatanning havfsizligini ta`minlagan Kurchatov atom energiyani tinchlik maqsadlarida ishlatish masalasi

ustida ishlay boshlaydi. Uning rahbarligi ostida dunyoda birinchi bor atom elektrostansiya loyihalashtiriladi, u 1954 yil 27 iyunda ishga tushiriladi.

1955 yil avgustida Jenevada atom energiyadan tinchlik maqsadlarida foydalanishga doir Birinchi Xalqaro konferensiya bo`lib o`tdi. Dunyoda birinchi bor qurilgan atom elektrostansiyasi haqida dokladi bilan uni yaratganlaridan biri D.I.Bloxinsev so`zga chiqadi.

1956 yil aprelida Angliyaga, delegasiya ishtiroqchilari orasida Kurchatov ham boradi. U Xeruelldagi atom markazida bo`ldi, u yerda atom markazi direktori, Nobel mukofoti sovrindori Jon Kokroft bilan uchrashadi. Kurchatov Xeruellda boshqariladigan termoyadroviy reaksiyalar haqida ma`ruza qiladi.

Bu muammo Kurchatovni juda qiziqtirardi. Angliyadan qaytgandan so`ng, 1956 yil 10 mayda u "Pravda" gazetasida maqolasi bilan chiqish qiladi, unda termoyadroviy sintezni boshqarish masalasi muhimligi haqida gapirilardi. "Bu masalaning xal qilinishi insoniyatdan Yerda yashash uchun energiya zahiralari haqida qayg`urishni butkul olib tashlagan bo`lardi" deb yozadi Kurchatov. Bu muammoga Kurchatov umrining ohirgi yillaridagi butun kuch va energiyasini bag`ishladi.

Zo`r berib qilingan mehnat Kurchatov sog`lig`iga putur yetkazdi. 1957 yil noyabrida u insulòga chalinadi. Ammo og`ir kasallikdan so`ng ham u o`z ishini davom ettirdi.

1960 yil yanvarida u eski qadrdonlarinikida - K.D.Sinelnikov, A.K.Valter, A.I.Leypunskiylar bilan Xarkovda uchrashadi. Ukrainalik atomchilar ishlariga doir o`zining taassurotlari haqida u "Pravda" gazetasidagi maqolasida yozadi. Bu uning ohirgi maqolasi edi. 1960 yil 7 fevralda u to`satdan vafot etadi.

Xulosa

Ikkinchi jahon urushi insoniyatga o`lchab bo`lmas darajada kulfatlar keltirdi. O`n millionlab hayot, minglab vayron qilingan shahar va qishloqlar, yuz millionlab mayib-majruh odamlar, bevalar va yetimlar - xonavayronli urushning oqibati mana shundaydir.

Ammo uning ortida dahshat soluvchi yangi, yanada qo`rqinchli va vahimali atom urushining ko`lankasi ko`rinadi. Xirosima va Nagasaki atom bombardimon qilinishida yuz minglab halok bo`lgan odamlar atom urushi insoniyatga nima olib kelishini ko`rsatib berdi. Dunyoning ilg`or kishilari oldiga urushga qarshi, tinchlik uchun kurash masalasi tug`ildi. Va atom haqidagi fanning eng yaxshi odamlari bu kurashga kirishdilar. Tinchlik uchun shunday kurashchilaridan biri birinchi fransuz atom reaktori yaratuvchisi Frederik Jolio-Kyuri edi, ana shunday tinchlik tarafdorlaridan Kurchatovni ham aytish mumkin.

Ikkinchi jahon urushi raketalarni, radiolokatorlarni, atom bombani keltirib chiqardi. Harbiy fan va texnikaning muvaffaqiyatlari haqiqiy ilmiy-texnik inqilobni keltirib chiqargan ilmiy-texnik taraqqiyotining asosiy yo`nalishlarini belgilab berdi. Ammo uning ildizlari uzoq o`tmishda, urushdan oldingi fan va texnikada yotadi.

Revolyutsiyadan oldinroq o`zicha yetishgan buyuk iste`dod, kalugalik o`qituvchi K.E.Siolkovskiy kosmonavtika muammolari ustida intensiv ishlay boshladi.

1883 yilda u tuynukdan otilib chiqqan gaz oqimi reaksiyasi yordamida bo`sh fazoga uchish tamoyilini qayta ishlab chiqadi. 1897 yilda K.E.Siolkovskiy raketaning to`liq massasi bilan yonib bo`lgan yonilg`i massasiga nisbatidan uning uchish tezligini aniqlashning mashhur formulasini chiqaradi. 1903 yilda bosib chiqarilgan Siolkovskiyning "Reaktiv priborlar yordamida olam fazosini tadqiq qilish" ishi raketalar yordamida kosmik uchishning dastlabki nazariyasini o`z ichiga mujassamlashtirgandi. Siolkovskiy dunyoda birinchi bo`lib suyuq yonilg`ida ishlaydigan reaktiv dvigatelíing loyihasini ishlab chiqqan.

1926 yili K.E.Siolkovskiy ikki bosqichli raketaning g`oyasini bildirdi, 1929 yilda esa, "Raketali kosmik poyezdlar" broshyurasida ko`p bosqichli raketalar loyihasini berdi. K.E.Siolkovskiy sayyoralararo kosmik uchishlar nazariyasini batafsil asoslab berdi. U uzoq davom etadigan uchishlardagi kosmik kemada hayotni ta`minlash sistemasini hartomonlama muhokama qilib, yashashga imkoni bo`lgan yo`ldoshlar va sayyoralararo stansiyalar loyihalarini qayta ishlab chiqardi. K.E.Siolkovskiy kosmik eraga asos soldi.

Uning g`oyalari urushdan oldingi va urush yillari raketalar konstruksiyalarini yaratayotgan ixtirochilarni, olim va muhandislarni ruhlantirardi.

Urush yillari raketalardan keng miqyosda foydalanilishi urushdan keyingi yillarda raketa texnikasi shiddat bilan rivojlanishiga zamin tayyorladi. Bosh konstruktor Sergey Pavlovich Korolyov (1906 - 1966) boshchiligida 1957 yil 4 oktyabrda birinchi Yerning sun`iy yo`ldoshi uchirildi, 1961 yil 12 aprelida esa Yuriy Alekseevich Gagarin "Vostok" rusumli raketasida dunyoda birinchi marotaba kosmosga ko`tarildi. Kosmosni o`rganish erasi boshlandi, inson Yer chegarasidan chiqaoldi.

Atom energiyasini qo`lga kiritish va kosmik uchishlar oliy darajadagi elektronika va avtomatikasisiz amalga oshirib bo`lmasdi. Havo hujumiga qarshi mudofaa tez uchar samolyotlarni lokasiya qilishning yangi usullarini hamda zenit o`t ochishni boshqarishning yangi usullarini talab etdi. Mana shunday tarzda radiolokasiya yuzaga keldi, unda ilk bor hisob-kitob olib boruvchi qurilmalar ishlatila boshlandi.

Kibernetikaning asoschilaridan biri - Norbert Viner (1894 - 1964) o`zining "Kibernetika" kitobida yangi fan paydo bo`lish tarixini bayon etarkan, "Urush boshlanmasidanoq samolyotlarning oshib borayotgan tezligi o`t ochishning klassik usullarini yo`qqa chiqarganligi va o`t ochish boshqaruvi usullariga otish uchun zarur bo`lgan hisob-kitoblarni ta`minlaydigan hisoblash qurilmalar kiritilishi zarurligi ayon bo`ldi. Boshqa nishonlardan farqli samolyot tezligi zenit o`qi tezligi bilan taqqoslanarli darajada teng bo`lganligi tufayli ushbu hisoblash qurilmalari o`ta murakkab bo`lib chiqdi" deb yozadi.

Bu sharoitlarda zenitdan o`t ochishni boshqarayotgan hamda samolyotni boshqarayotgan kishilarning hulq-atvorlarini inobatga olish shart bo`lib qoldi. "Insonlar... o`t ochish boshqaruv tizimining ajralib bo`lmas qismi sifatida harakat qiladilar" deb yozadi Viner. "Ular boshqarayotgan mashinaning ishida ularning

ishtiroqini matematik tarzda ifodalash uchun ularning xarakteristikalarini bilish lozim. Undan tashqari, ularning nishoni, ya`ni, samolyot ham inson bilan boshqariladi, shuning uchun bunday nishonning ham ishchi xarakteristikalarini bilish zarur".

Viner va uning xodimlari, ongli faoliyat yurg`izishda texnikada teskari aloqa deb nomini olgan hodisa o`ta muhim ekanligi haqida xulosaga kelishdi.

Teskari aloqa tamoyili bo`yicha Gyuygensning kapgirli soatlari va undan keyingi kapgirli soatlarning barcha turlari ishlardi. Teskari aloqa tamoyiliga binoan Uattning markazdan qochma regulyatori va undan keyingi barcha issiqlik mashinalarining oborotlar sonini boshqaruvchi regulyatorlar ishlagan. Teskari aloqa tamoyili bo`yicha Meysner ixtiro qilgan so`nmas tebranishlar katodli generatori va undan keyingi tebranishlarning elektron generatorlarining barchasi ishlagan. Endi bu tamoyilni inson hulq-atvorida ham kashf qilindi. Mana shunday tarzda avtomatikaning yangi erasi tug`ildi - sanoat avtomatlashtirilishi bilan birga boshqaruv ham avtomatlashtirilib borilmoqda. Avtomatika taraqqiy etish erasi boshlandi.

Avtomatika - texnikaning eng qadimgi sohasidir. Ibtidoyi odam yirtqich hayvon yo`lida choh qazib uni shox-shabba bilan panalaganda u dastlabki dasturlash qurilmani yaratgandi. Iskandariyalik Geronning avtomatlari quldor jamiyati davrida va tabiiy-ilmiy bilimlar yetishmasligida avtomatik texnika qanchalik nozik va mahoratli bo`lishini ko`rsatadi. Bu texnika hukmdorlar va cherkov hizmatlarini bajarib o`rta asrlarda ham ishlagan. Avtomatika insonga kapgirli soatlar yaratish epoxasida qandaydir g`aroyib o`yinchoq sifatida emas, balki vaqtni aniq o`lchashning zaruriy extiyojlarini qondirib hizmat qila boshladi. Bunday soatlar dengizchilarga ham, astronomlarga ham kerak bo`lgan, jamoa hayoti ritmiga tortilgan insonlarga ular kerak bo`lgan doirasi kengaygandan kengayib bordi.

Soatlar yangi tabiatshunoslik yutuqlari, ya`ni, matematika va mexanika asosida yaratilgandi. Ammo ular, Geron davridagi kabi, ayniqsa XVIII asrda keng yoyilgan avtomatik o`yinchoqlar asosiga aylandi. Tirik jonzotlarning hulq-atvorini taqlid qiluvchi, o`xshatuvchi o`yinchoqlar yaratila boshlandi. Yangi mexanika tirik jonzotga mexanika tamoyillari bo`yicha ishlaydigan mashina deb qarardi. Ko`pgina ustalar avtomat-inson va abadiy dvigatel g`oyasi ustida ishlardi. Bu g`oyalar amalga oshmay qolib qetdi. Ammo ular tug`ilgandi va XVIII asrdagi ilmiy-texnik inqilobi g`oyalari bilan oziqlangandi, bu esa kapitalistik industrializasiyaga asos soldi.

XX asrning ikkinchi yarmisiga kelib, matematika, fizika, elektronika yutuqlari asosida yangi avtomatika paydo bo`ldi va XVIII asrdagi insonsifat mashinalari kabi insonsifat robotlar ham paydo bo`ldi, ular fantastik adabiyotlarning sahifalarini to`ldirib yuborishdi. Sun`iy ravishda idrokli mashina-robotni yaratish muammosi yana qayta gavdalandi.

Extimol, bu g`oyalarning taqdiri ham XVIII asrdagi g`oyalar taqdiridek bo`lishi mumkin. Abadiy dvigatellar ixtirolarining oqimi birinchi turdagi abadiy dvigateli yaratish mumkin emasligi tamoyilini keltirib chiqardi.

Hozirda sharoit murakkabroq. Kibernetik mashinalar foydali yumushlarni bajaradilar. Sayyoralararo avtomatik stansiyalar, inson qo`li yetmaydigan sharoitlarda jarayonlarni avtomatlashtirish - bular barchasi murakkablashgandan murakkablashib borayotgan masalalarni hal qilishni o`rganayotgan "aqlli mashinalar" tufayli amalga oshib bormoqda. Amm har bir ana shunday mashina ortida uni yaratuvchisi, uni dasturlovchisi, ya`ni, inson turadi. Insonlarning bahtiga, "insonsiz" avtomatikasining asri faqatgina fantast va o`ta qiziqib ketgan olimlarining uydirmalaridir. Yangi avtomatika boshqa, muhimroq bo`lgan masalalarni hal qiladi. Zamonaviy avtomatika insonlarga eng avvalo moddiy boyliklar yaratish sohasida, rejalashtirish va boshqarish sohasida, xalq xo`jaligining butun tizimida hizmat qilishi lozim.

Shunday qilib, matematika, fizika, elektronikaning taraqqiyoti XX asrdagi ilmiy-texnik inqilobining asosiy komponentalaridan biri bo`lmish avtomatikaning rivojlanishiga olib keldi. Ushbu inqilobning ketishi fan jamiyatning qudratli ishlab chiqaruvchi kuchiga aylanib borayotganini ko`rsatadi.

Elektronikaning rivojlanishi, yadroviy energetikaning paydo bo`lishi, o`ziga xos xususiyatlariga ega yangi materiallarining, sun`iy mato va terilar o`rnini bosuvchi matolar yaratilishi, kimyoning keng miqyosda kirib kelishi, biologiya fanining yutuqlari, iqtisodiyotda matematik usullaridan foydalanilishi - bularning barchasi fanning ishlab chiqaruvchi kuch sifatidagi ahamiyatini ko`rsatadi. Bugungi fan texnik taraqqiyotining eng muhim elementidir, u texnikaning rivojlanish yo`lini ko`rsatib beradi, texnik qo`llanishlarning yangi sohalarini ochib beradi. Bu borada kvant elektronikasining paydo bo`lish tarixi namunaviydir. Ushbu tarixda ilmiy g`oyalar va texnik yutuqlar chambarchas bog`lanib ketgan.

1916 yilda Eynshteyn induksiyalangan nurlanish g`oyasini kiritadi. 1920 yilda O.Shtern eksperimental fizikaga molekulyar dastalar usulini kiritadi.

Ikkinchi jahon urushi yillari radiolokasiya muammolari munosabati bilan o`ta yuqori radiochastotalar texnikasi keng rivojlanib bordi. Ilmiy g`oyalar bilan o`ta yuqori chastotali diapazondan keng foydalanish uyg`unlashuvi kvant elektronikasining yaratilishiga olib keldi. N.G.Basov va A.M.Proxorovlar aniq soatlarga aylangan o`ta barqaror elektromagnit tebranishlarning molekulyar generatorini qayta ishlab chiqishdi. 1951 yilda induksiyalangan nurlanish tamoyiliga asoslangan va amerikalik adabiyotda mazer deb nomlangan yuqori chastotali kuchaytirgich yaratildi.

Keyinchalik optik diapazonda ham kvant generatori hamda kuchaytirgichi (lazer) yaratildi. Kvant elektronikasining asoschisi Nikolay Gennadyevich Basov, Aleksandr Mixaylovich Proxorov (sobiq Ittifoqdan), Charlz Tauns (AQSh) 1964 yili Nobel mukofotiga sazovor bo`ldilar. Kvant generatorlar va kuchaytirgichlarning kashf qilinishi turli sohalarda qo`llanilishi mumkin bo`lgan butkul yangi g`oyalarni texnikaga olib keldi. Lazerlar texnikaga o`ta aniq soatlarni taqdim etdi, ularning yurishdagi xatoligi 300000 yilda atigi 1 minutni tashkil etadi. Ular eng sezgir radiokuchaytirgichdan yuz marotabalab sezgirroq kuchaytirgichlarni berdi. Lazer nuri olmos kabi qattiq moddalarda teshik parmalab o`tadi, nozik jarrohlik operasiyalarni bajaradi. Lazerlar yordamida XX asr

fizikasining eng fundamental muammolaridan biri - boshqariladigan termoyadroviy sintezni amalga oshirishga doir tadqiqotlar olib borilmoqda.

Lazerlar yordamida o`ta uzoq kosmik aloqa amalga oshirilmoqda. U juda katta aniqlikda masofani o`lchashga imkon beradi. Lazerlar fotografiyada ham keng qo`llanila boshlandi. Ular tufayli butkul yangi hajmli fotografiya, ya`ni gologrаfiya amalga oshirildi.

"Lazerning nuri gologrаfik tasvirdan o`tgandan so`ng tafsilotlarga boy va fokusning ajoyib chuqurligiga ega uch o`lchamli real tasvirni beradi" deb yozgandi lazerning ixtirochilaridan biri Ch.Tauns.

Mana shunday tarzda ilmiy masalalar, ya`ni, molekulyar dastalarni o`ta yuqori chastotali elektromagnit to`lqinlari orqali o`rganish o`z rivojlanishida haqiqatdan ham inqilobiy bo`lgan texnik qo`llanishlarga olib keldi. Fan texnikaga yangi yo`llarni ko`rsatib berdi va yangi texnik imkoniyatlarni ochib berdi.

Ammo zamonamizdagi fanni nafaqat texnik imkoniyatlarning kengayishi tasniflaydi. U sezilarli darajada insonning ma`naviy sohasiga ham ta`sir etadi, ya`ni, insonlarning fikrlashini va dunyoqarashini yangicha shakllantiradi. Materiyaning tubiga yetib borish, yangi elementar zarra va antizarralar kashf qilinishi, kvazar va pulñarlar kashfiyoti, fazo va vaqtning hamda sababiy-oqibatli aloqalarning yangicha tushunilishi - bularning barchasi tabiatni tushunishimiznikengaytirdi, juda kuchli darajada tilimizni, bizning fikrlashimizni boyitdi. Fan shak-shubhasiz adabiyot va san`atga ta`sir etadi, ularni yangi mavzular, yangi mazmunlar bilan boyitadi.

Ammo fanning barcha mana shu lol qoldiradigan muvaffaqiyatlari ortida chuqur va xavotirli savol turadi: fan qaerga ketyapti? Savol unchalik behuda, ma`nosiz savol emas. Fizika, kimyo, biologiya vayron qilish va Yer yuzidagi barcha tirik jonzodni yo`q qilib yuborishi mumkin bo`lgan ulkan qudratiga ega vositalarni yaratdilar. Tinchlik va sotsial-ijtimoyi taraqqiyotining masalalari zamonaning eng dolzarb masalalariga aylandi.

Fan misrlik va bobillik yodgorliklaridan atom elektrostansiyalarigacha, lazerlar va kosmik uchishlarigacha rivojlanishining juda katta va murakkab yo`lini bosib o`tdi. U ko`tarilish va shiddatli rivojlanish bilan almashiladigan tushkunlik va turg`unlikning zulmat zamonlarini ham ko`rdi. Uning ko`tarilish chiziq bo`ylab uzluksiz yuksalishi nisbatan yaqinda, Kopernik va Galileydan boshlandi. Va bu yo`lning qisqa bo`limida juda ko`p marotaba jasur umidlar umidsizliklar bilan, shubhalar bilan almashib turildi. Ammo aql-idrok har doim g`olib chiqqan va olg`a chorlagan. Hozirda, insoniyatning yorqin kelajagi uchun, tinchlik uchun keskin kurashida jamiyatning taraqqiyparvar kuchlari katta ishonch bilan kelajakga boqmoqdalar, aql-idrok va yorqinlikning vahshiylashish va zulmat ustidan g`olib kelishiga qat`iy ishonadilar.

Адабиёт

1. Каримов И. А. Энг асосий мезон ҳаёт ҳақиқатини акс эттириш. Тошкент, Ўзбекистон, 2009.
2. Каримов И. А. Юксак маънавият енгилмас куч. Тошкент. Ўзбекистон. 2008.
3. Каримов И. А. Баркамол – авлод Ўзбекистон тараққиётининг пойдевори. Тошкент. Ўзбекистон. 1997.
4. Еремеева А.И, Цицин Ф.А, История астрономии, М., Наука, 1989
5. Кудрявцев П.С. Курс истории физики. М. 1989.
6. Ziyaxanov R.F., Mirzayev A.T., Astronomiya va fizika tarixi, I qism, Toshkent, 2008.
7. Паннекук А, История астрономии, М., Наука, 1966
8. Мирзаев А.Т. Астрономия тарихи. (маърузалар матни). Т. ЎзМУ. 2000.
9. Мамадазимов М.М. Астрономия ва физика тарихи. (маърузалар матни), Т. ТДПУ, 2001.
10. Мамадазимов М.М. Улуғбек ва унинг расадхонаси, Т. Ўзбекистон, 1994

11.Горбацкий В.Г., Лекции по истории астрономии. СПгу, 2002.

10. Астрономические даты и открытия, http://astro.websib.ru/istor/istor.htm
11. http://naturalhistory.narod.ru/Page_1.htm
12. Ziyaxanov R.F., Astronomiya tarixi (электрон вариант, кафедра)

MUNDARIJA

I QISM. FIZIKA FANINING PAYDO BO`LISHI 1
Kirish 4
I BOB. QADIMGI DAVR FIZIKASI 7
Ilmiy bilimlarning tug`ilishi 7
Antik fanning boshlang`ich bosqichi 8
Atomistikaning paydo bo`lishi 10
Aristotel 12
Aristoteldan keyingi davrdagi atomistika 16
Arximed 20
II BOB. O`RTA ASR FIZIKASI 24
Тарихий изощлар 24
O`rta asr davrida Sharqda fanning yutuqlari 25
O`rta asrdagi yevropalik fan 31
III BOB. GELIOTSENTRIK TIZIM UCHUN KURASH 34
Tarixiy sharhlar 34
Kopernikning ilmiy inqilobi 37
Olamning geliotsentrik tizimi uchun kurash. Djordano Bruno. Kepler 40
Galiley 48
IV BOB. EKSPERIMENTAL VA MATEMATIK USULLARNING PAYDO BO`LISHI 56
Yangi uslubiyat va fanning yangicha tashkillashtirilishi. Bekon va Dekart 56
Eksperimental fizikaning birinchi muvaffaqiyatlari 63
V BOB. GELIOTSENTRIK TIZIM UCHUN KURASHNING YAKUNLANISHI 70
Eksperimental fizikaning keyingi muvaffaqiyatlari 70
Nyuton 77
II QISM. MUMTOZ FIZIKANING ASOSIY YO`NALISHLARI RIVOJLANISHI (XVIII - XIX asrlar) 100
I BOB. XVIII asrda ILMIY INQILOBNING TUGALLANISHI 100
Tarixiy sharhlar 100
Rossiyada fan. M.V.Lomonosov 103
XVIII asr mexanikasi 111
XVIII yuzyillikda molekulyar fizika va issiqlik 122
Optika 131
Elektr va magnetizm 133
II BOB. XIX asrda FIZIKANINING ASOSIY YO`NALISHLARI RIVOJLANISHI 144
Mexanikaning XIX yuzyillikning birinchi yarmisida rivojlanishi 144
To`lqinli optikaning XIX yuzyillikning birinchi yarmisida rivojlanishi 147
Elektrodinamikani yuzaga kelishi va uning Maksvellgacha rivojlanishi 160
Elektromagnetizm 168
Termodinamikaning yuzaga kelishi va rivojlanishi. Karno 183
Energiyaning saqlanish va aylanish qonuni kashf qilinishi 187
Laboratoriyalarning yaratilishi 201
Termodinamikaning Ikkinchi Asosi 209
Issiqlikning mexanik nazariyasi va atomistika 218
Issiqlik fizikasi va atomistikaning keyingi taraqqiyoti 227
Elektromagnit maydon nazariyasi paydo bo`lishi va rivojlanishi 244
Elektromagnit to`lqinlarning kashf qilinishi 266
Radio ixtiro qilinishi. A.S.Popov 275
III QISM. XX asr FIZIKASIDAGI ILMIY INQILOBNING ASOSIY YO`NALISHLARI 280
I BOB. HARAKATLANUVCHAN MUHITLAR ELEKTRODINAMIKASI VA ELEKTRON NAZARIYa 280
II BOB. EYNSHTEYNNING NISBIYLIK NAZARIYASI 292
Nyuton mexanikasi va Yevklid geometriyasining tanqidi 292
Nisbiylik nazariyasining keyingi rivojlanishi 304
III BOB. ATOM VA YADRO FIZIKASINING PAYDO BO`LISHI 309
Rentgen kashfiyoti 309
Radioaktivlikning kashf qilinishi 312
P. va M. Kyurilarning kashfiyotlari 316
Kvantlarning kashf qilinishi 320
IV BOB. FIZIKADAGI INQILOBNING BIRINCHI BOSQICHI 327
Radioaktiv almashishlarning kashf qilinishi. Atom energiyasining g`oyasi 327
Eynshteyn tomonidan kvant nazariyasining rivojlantirilishi 332
V BOB. REZERFORD - BOR ATOMI 337

Borgacha mavjud bo`lgan atom modellari....337
Atom yadrosining kashf qilinishi....340
Bor atomi....348
VI BOB. KVANT MEXANIKASINING YUZAGA KELISHI....354
Bor nazariyasining mushkulliklari....354
Lui de Broylning g`oyalari....357
Kvant statistikasining yuzaga kelishi....359
Spin kashf qilinishi....361
Geyzenberg va Shredingerlarning mexanikasi....362
VII BOB. 1918 - 1938 yillarda YADRO FIZIKASINING RIVOJLANISHI....365
Atom energetikasining boshlanishi. Izotoplarning kashf qilinishi....365
Yadro parchalanishi....367
Neytron kashf qilinishi tarixi....369
Yadroning proton-neytronli modeli....371
Kosmik nurlar. Pozitron kashf qilinishi....372
Tezlatgichlar....374
Sun`iy radioaktivlik....377
Fermi tajribalari....379
Fermining β-parchalanish nazariyasi....381
Yadroviy izomeriyaning kashf qilinishi....383
Uran parchalanishi....384
Yadro bo`linishi zanjirli reaksiyasining amalga oshirilishi....387
Xulosa....394
Адабиёт....399